

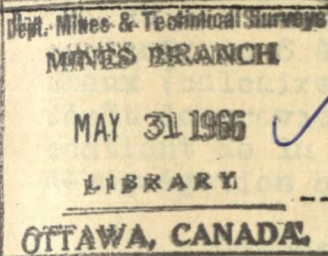
MINISTÈRE DES MINES, OTTAWA, CANADA

Investigations de la Division des Mines

Mémemorandum

Mai, 1926

No. 27a



GRAVIERS ET ROUTES GRAVELÉES
par
R. H. Picher (1)

Le but de ce bulletin est de faire ressortir quelques points importants touchant le gravier et son emploi dans la confection et l'entretien des routes. L'auteur a eu l'occasion d'inspecter beaucoup de chemins gravelés dans la Nouvelle Ecosse, le Nouveau Brunswick, le Québec et l'Ontario, et les remarques suivantes sont le résultat de ses observations et de ses études des routes en général.

L'intensité du trafic de véhicules automobiles dans ces dernières années a été une des causes de l'emploi toujours croissant du gravier comme matériel d'empierrement de nos routes. Les chemins en macadam à l'eau conviennent très bien pour les véhicules à traction animale, mais se détériorent rapidement sous l'effet du trafic automobile et sont coûteux d'entretien. Les chemins en gravier, sans être plus durables, sont beaucoup moins dispendieux à construire et peuvent être facilement bien entretenus par une équipe appropriée de cantonniers.

Les ingénieurs, dans leurs recherches de matériaux peu coûteux pour la confection des routes ont porté leur attention sur la qualité des différentes sortes de graviers et sur l'opportunité d'améliorer les méthodes de construction et d'entretien des routes. Afin de faire face aux nouvelles exigences du trafic, le gravier devra posséder certaines qualités et devra donc être choisi judicieusement. L'ancienne coutume d'employer les graviers les plus faciles d'accès, sans égard à leur valeur, répondait assez bien aux besoins du temps, et souvent même un gravier relativement tendre donnait de meilleurs résultats qu'un gravier dur, mais pour le revêtement de nos grandes routes modernes il faut avant tout un matériel qui ait une grande résistance à l'usure. Pour faire un bon chemin, un gravier dur doit être constitué d'éléments convenablement proportionnés suivant leur grosseur et bien mélangés ensemble, et contenir suffisamment de liant. On devra l'épandre en couches minces pour obtenir une compression égale en tous points et une surface unie. La grande résistance à l'usure et la gradation régulière de la grosseur des éléments seront les deux plus importantes considérations dans le choix d'un gravier, même pour les routes d'ordre secondaire, bien que pour celles-ci les exigences soient moindres que celles des grandes routes.

(1) Ingénieur de Matériaux de Voirie, Branche de la Céramique et
des Matériaux de Voirie.

Il est préférable de ne pas rédiger des spécifications dans des limites trop étroites, vu les grandes variations dans la nature et la grosseur des éléments des graviers. Néanmoins il y a certaines conditions que tout gravier doit remplir pour être considéré comme satisfaisant. Un bon gravier ne devra pas contenir de terre végétale ni plus de 15% de roches tendres. Au moins 50 à 75% du total sera retenu sur un crible de $\frac{1}{4}$ pouce. Il devra aussi contenir de 6 à 15% de liant, tel qu'oxyde de fer, carbonate de chaux (calcaire) ou argile. En procédant à l'exploitation d'un dépôt de gravier, on aura soin d'enlever la partie supérieure qui contient de la terre végétale et se trouve dans un état de désagrégation avancé et par suite sans valeur.

Composition. Un gravier contenant une forte proportion de pierres tendres forme en peu de temps un revêtement bien compact et uni, mais s'use rapidement sous l'action des véhicules automobiles. Il peut être de saine économie d'utiliser ces graviers, lorsqu'ils se rencontrent en abondance et à proximité de chemins fréquentés surtout par des véhicules à traction animale, car alors un gravier, quoique contenant plus de 15% de roches tendres, peut cependant donner entière satisfaction. Dans de tels cas, pour savoir à quoi s'en tenir sur la valeur du matériel, le mieux est d'en faire l'essai sur la route et d'attendre les résultats.

Proportions d'après la grosseur. Pour fixer les idées, on peut considérer un gravier comme composé de sable, cailloux et blocs. Le sable comprend tout ce qui est plus petit que $\frac{1}{4}$ pouce; les cailloux, ce qui a plus de $\frac{1}{4}$ pouce et moins de 3 pouces; les blocs, tout ce qui dépasse 3 pouces.

La grosseur maximum des cailloux ainsi que les proportions relatives de sable et de cailloux sont des facteurs à considérer dans le choix d'un gravier.

Dans un empierrement exécuté en plusieurs couches, il ne devra pas y avoir de pierres au-dessus de 3 pouces dans les couches inférieures et $1\frac{1}{2}$ pouce dans la couche de roulement. Si le revêtement est en une seule couche, on aura soin de racler la surface de façon à amener les pierres de plus de $1\frac{1}{2}$ pouce sur la partie non encore recouverte de gravier et les faire ainsi servir dans la partie inférieure de la couche.

On ne peut fixer les mêmes proportions relatives de sable et de cailloux pour tous les graviers, car elles dépendent jusqu'à un certain point de la dureté des cailloux et de la régularité de leur gradation en grosseur.

D'une façon générale il ne devrait y avoir que juste assez de sable pour remplir les interstices entre les cailloux. Un tel gravier, une fois bien comprimé, présentera une surface de roulement non seulement dense et ferme mais aussi résistant bien à l'usure, en vertu des nombreux cailloux qu'elle contient.

Dans les graviers relativement tendres, au moins 75% du total sera retenu sur un crible de $\frac{1}{4}$ pouce; dans les graviers durs, le pourcentage minimum de cailloux variera de 65 à 75; ce minimum

pourra être encore abaissé pour des graviers durs dans lesquels la gradation de la grosseur des cailloux n'est pas régulière.

Si un gravier contient plus de 10% de blocs (au-dessus de 3 pouces), il est à recommander de ne pas mettre ceux-ci de côté, mais de les passer au casse-pierre, dont les mâchoires auront un écart égal à la dimension maximum désirée. On obtient ainsi une provision de fragments angulaires assez durs, qui une fois entremêlés avec le gravier contribuent à donner au chemin plus de cohésion et de résistance. Au lieu de séparer les blocs du reste, il est de beaucoup préférable de tout passer au casse-pierre, car on obtient ainsi un mélange intime.

Liant. On donne ce nom au matériel très fin dont la fonction est de cimenter ensemble les différents éléments dont se compose le revêtement gravelé. Il se trouve dans les graviers sous plusieurs formes et en plus ou moins grande quantité. Il peut se présenter soit sous forme de poudre, soit sous forme de croûte englobant partiellement les cailloux et les grains de sable, soit enfin qu'il se forme par la pulvérisation des particules friables sous l'action du trafic.

Un gravier qui se maintient fermement dans le mur d'exploitation se cimentera bien une fois épandu en couche sur la chaussée, mais il ne faut pas en déduire que tous les graviers qui s'éboulent facilement en talus sont dépourvus de liant.

Beaucoup de graviers de l'est du Canada contiennent une certaine quantité de cailloux ou particules friables et partiellement désagrégés qui une fois écrasés par le trafic fournissent un liant satisfaisant. Il n'est pas rare de trouver en pays montagneux des graviers composés presque exclusivement de cailloux et particules durs de granite ou de quartzite, et dépourvus de liant. Il devient alors nécessaire, si l'on veut utiliser ces graviers dans la confection des routes, de les additionner de liant. On emploie généralement dans ce but ce que l'on peut trouver à proximité du chemin à graveler, et si l'argile est le seul matériel disponible, on aura soin de ne l'additionner au gravier qu'en quantité juste suffisante, 10% tout au plus. Il est bon alors de s'assurer que le gravier contient assez de sable, car une fois le mélange de gravier et argile en place sur la chaussée, le sable empêchera l'argile de ramollir la surface et de former de la boue dans les temps pluvieux. A cause des conditions climatiques de l'est du Canada, on devrait, autant que possible, s'abstenir de l'emploi de l'argile comme liant; quant à la terre végétale, on ne doit jamais l'employer dans ce but.

L'oxyde de fer est un des meilleurs liants qu'on puisse trouver et son action n'est pas sensiblement affectée par les changements de temps. Le calcaire forme un liant d'autant plus efficace qu'il contient un plus fort pourcentage de chaux; ainsi la dolomie, sorte de calcaire magnésien, donne un liant plus faible que le vrai calcaire.

Les graviers de plage ou de rivière sont en général inférieurs aux graviers de terre pour plusieurs raisons. Ils sont ordinairement dépourvus de liant; ils sont composés d'une proportion

considérable de cailloux durs, arrondis et polis; ils contiennent un gros pourcentage de vides, dû à la ségrégation des éléments de différentes grosseurs. Cependant dans les provinces maritimes on a obtenu d'assez bons résultats avec ces graviers. Les plus à rechercher sont naturellement ceux qui se rapprochent le plus des graviers de terre, c'est-à-dire ceux dont la gradation en grosseur est assez régulière et dont les cailloux ne sont ni trop arrondis ni trop polis. Ces graviers étant en général plus durs que les graviers de terre on les choisira plutôt fins et on les épandra sur la route en couches assez minces. Ils ne formeront pas un revêtement aussi compact ni aussi uni que les graviers de terre, mais avec un entretien soigné ils seront très durables. On obtiendra encore de meilleurs résultats si on les additionne de gravier de terre très fin.

Essais. Une inspection minutieuse des routes en gravier donnera une bonne indication de la valeur du matériel employé. Si, faute d'occasion, on ne peut faire cette inspection, on pourra y suppléer par l'examen du dépôt de gravier, mais on ne peut considérer cet examen comme conclusif.

On complètera les observations faites sur les lieux par des essais de laboratoire sur tout gravier qui doit servir sur une route à trafic intense, ou toutes les fois qu'ayant à choisir entre plusieurs graviers, on veut savoir lequel donnera les meilleurs résultats. Un bon gravier de chemin doit pouvoir former une surface durable, compacte, et dont les éléments sont bien liés ensemble; c'est ce que les épreuves de laboratoire ont pour but d'indiquer. Les échantillons prélevés dans ce but devront représenter le plus fidèlement possible le matériel qu'on se propose d'employer et devront peser au moins 25 livres. On soumet encore le gravier à une autre épreuve, lorsqu'on désire s'assurer s'il est propre à être employé dans les constructions en béton. Le Laboratoire des Matériaux de Voirie, Division des Mines, rue Sussex, Ottawa, possède tout l'outillage nécessaire pour faire ces essais, ainsi que les essais réglementaires des pierres concassées et des blocs de pavage, et est prêt à entreprendre ces essais en autant que le temps le permettra. On devra s'arranger à ce sujet avec le Directeur de la Division des Mines.

Construction. Il sortirait des cadres de cet article de décrire en détail la construction des routes en gravier, et d'ailleurs les différents services provinciaux de voirie ont leurs propres spécifications à ce sujet. Tous les modes de construction en usage se rapportent à deux méthodes principales: la méthode de surface et la méthode par encaissement. Dans la méthode de surface le gravier est déposé sur le sol, auquel on a donné préalablement un profil bombé ou rectiligne, et épandu de façon à occuper entièrement la surface de roulement et en partie les épaulements; dans la méthode par encaissement, après avoir donné au sol un profil bombé, on y élève des épaulements en terre et entre ceux-ci on épand le gravier, qui se trouve ainsi comme encaissé et retenu en place par les épaulements, et n'occupe juste que la surface de roulement.

On adopte surtout la méthode par encaissement dans les localités où le gravier est rare et par suite coûteux. Cette méthode demande moins de matériel mais est plus dispendieuse, car l'empierrement doit se faire en deux ou mieux en trois couches, et chaque couche cylindrée.

La méthode de surface est la plus communément employée dans le gravelage de nos routes. Sur les chaussées étroites, on donne au sol un profil rectiligne et on y dépose le gravier en une couche unique dont l'épaisseur décroît graduellement du centre vers les bords, de manière à former bombement. Sur les chaussées larges, on épand sur le sol en profil bombé une ou plusieurs couches de gravier dont l'épaisseur est uniforme sur toute la surface de roulement et décroît rapidement sur les épaulements.

Entretien. Une route gravelée est loin d'avoir une durée indéfinie et pour donner un bon service devra être dans un état constant d'entretien. C'est le cas où l'on peut avec raison appliquer le dicton "un point à temps en épargne cent". Pour l'entretien des routes gravelées, le traînoir (road drag) est un des appareils qui donnent le plus de satisfaction. On passe le traînoir immédiatement après le dégel du printemps, car alors la surface rendue meuble par l'humidité dont elle est saturée se prête aisément à l'opération. On répète cette opération après chaque gros coup de pluie et une dernière fois à l'automne avant la gelée. Les ornières, trous ou autres dépressions que le traînoir ne peut faire disparaître sont comblées avec du nouveau gravier, qui doit être de la même grosseur et de la même composition que celui déjà en place.

Le passage rapide des véhicules automobiles sur une route gravelée produit à la longue des déformations régulièrement espacées et ayant l'aspect d'ondes ou de vagues, que le traînoir seul ne peut faire disparaître. Dans de tels cas, certains services de voirie obtiennent de très bons résultats en scarifiant la surface à une profondeur de $1\frac{1}{2}$ à deux pouces et l'aplanissant par le passage répété d'une machine régaleuse (grader or planer) dont la lame est ajustée perpendiculairement à la direction du mouvement. On dépose au fur et à mesure du nouveau gravier dans les dépressions que la machine ne peut combler. Ces travaux se font de préférence le printemps, aussitôt après le dégel, et, s'il est jugé nécessaire, sont répétés à l'automne, après le premier gros coup de pluie.

Avec un trafic quotidien de plus de 300 véhicules, l'entretien ne pourra se faire économiquement qu'à la condition d'appliquer au chemin un traitement superficiel avec des substances dites liantes ou préventives de la poussière. Parmi les nombreuses substances capables de remplir cette fonction, il n'y en a qu'une, le chlorure de calcium, qui soit d'un usage courant dans l'est du Canada. Le chlorure de calcium est un sel hygroscopique, c'est-à-dire un sel qui a la propriété d'absorber l'humidité de l'atmosphère. Appliqué à la surface d'un chemin gravolé, il la maintient constamment humide, arrête la dispersion des fines particules du gravier et empêche ainsi l'usure trop rapide et la désagrégation de la surface. Son action n'étant que temporaire, il devient nécessaire d'en renouveler l'application de temps à autre. Dans notre climat deux applications la première année et une autre la deuxième année sont d'ordinaire

suffisantes. C'est dans un climat modérément humide que le chlorure de calcium est le plus efficace. On en a obtenu de très bons résultats dans le sud du Québec et de l'Ontario. Pendant une période de sécheresse il n'absorbe pas assez d'humidité pour faire prise avec le gravier de la surface, et si l'on veut empêcher sa dispersion il sera nécessaire d'arroser le chemin au besoin. Dans un climat très humide le chlorure de calcium n'est d'aucune utilité et peut même être préjudiciable.

Egout. Le but de l'égouttement est d'empêcher l'eau de s'introduire dans la chaussée, car l'eau est le plus grand agent destructeur des chemins. On pourvoit à l'assèchement d'un chemin par le bombement de la surface de la chaussée, par les fossés latéraux et les drains. Le bombement permet à l'eau de s'écouler vers les côtés et l'empêche ainsi de pénétrer la surface. Les latéraux recueillent les eaux de surface et les éloignent du chemin. Les drains, en abaissant le niveau des eaux souterraines, empêchent celles-ci de monter dans la chaussée par capillarité. En flanc de colline, le fossé en amont intercepte une partie des eaux souterraines qui, sous l'action de la gravité, tendent à s'infiltrer dans la chaussée. Recouverts de gravier ou d'autre matériel poreux, les drains souterrains recueillent et écoulent une bonne partie des eaux de surface, obviant ainsi à la nécessité d'avoir des fossés profonds.

On ne saurait trop insister sur l'importance de maintenir un chemin bien asséché, car la plupart des défauts des routes en gravier ont généralement pour cause un égouttement mauvais ou insuffisant. On pourvoira à l'assèchement du chemin au moment même de sa construction et on verra par la suite à ce que le système d'égout fonctionne constamment bien. Un chemin bien égoutté s'assèchera très vite au printemps et sera moins sujet au soulèvement et déformations au moment du dégel, période très critique pour nos routes.

Ondulations. Ce sont des déformations régulièrement espacées ayant l'aspect de vagues ou d'ondes, et elles sont dues à la vitesse des véhicules automobiles. Dans ces dernières années beaucoup d'investigateurs se sont attachés à découvrir tous les facteurs contribuant à la formation des ondulations et les moyens à prendre pour éliminer ce grave défaut. Il est à peu près admis aujourd'hui que les ondulations à la surface des chemins gravelés non traités superficiellement se forment indépendamment du mode de construction, de la sorte de gravier employé, et de la nature du sous-sol de la route, mais qu'elles sont le plus prononcées avec un gravier fin contenant très peu de liant. Le traitement superficiel au chlorure de calcium ou à l'huile fluide, tout en rendant la surface beaucoup moins sujette aux ondulations, ne peut cependant arrêter complètement leur formation. Le traitement à l'asphalte ou au goudron, formant à la surface une dure croûte, est le seul remède efficace contre les ondulations.

Ouvrages sur les matériaux de voirie
publiés par le Ministère des Mines, Ottawa.

- Geological Survey, Memoir 85, Road Material Surveys in 1914, by L. Reinecke: (Types de chemins ruraux et matériaux employés dans leur construction; gisements de diabase le long de la rive nord du lac Huron; matériaux de voirie dans les comtés d'Essex et de Kent, et le long de la rive nord du lac Ontario entre Port Hope et Hamilton, Ontario).
- Geological Survey, Memoir 99, Road Material Surveys in 1915, by L. Reinecke: (Pierre et gravier le long de la route Ottawa-Prescott, Ontario; le long de la route Hull-Montreal, Québec).
- Commission Géologique, Rapport Sommaire, 1916, pp. 207-223: (Matériaux de voirie entre Kingston et Smiths Falls, et entre Napanee et Port Hope, Ontario; dans les comtés de Soulanges et Vaudreuil et partie de Deux Montagnes et Argenteuil, Québec). (Publié aussi en anglais).
- Geological Survey, Memoir 107, Road Materials in the Vicinity of Regina, Saskatchewan, by L. Reinecke (1917).
- Commission Géologique, Mémoire 114, Matériaux de Voirie dans la ville et le district de Montréal, Québec, par Henri Gauthier (1917). (Publié aussi en anglais).
- Mines Branch, Bulletin 32, Road Materials along the St. Lawrence River, from the Quebec Boundary to Cardinal, Ontario, by R. H. Picher (1917).
- Division des Mines, Rapport Sommaire, 1918, pp. 177-210: (Matériaux de voirie le long de la route Winnipeg-Brandon, Manitoba; dans certaines parties de l'Alberta et du sud de la Colombie Anglaise). (Publié aussi en anglais).
- Division des Mines, Rapport Sommaire, 1919, pp. 144-166: (Matériaux de voirie le long de la route Banff-Vermillon, Parc des Montagnes Rocheuses, Alberta; dans le district Winnipeg-Brandon, Manitoba; dans la ville de Renfrew et les environs, et le long de la route Prescott-Gananoque, Ontario; dans certaines parties des comtés de Chateauguay et Beauharnois, Québec). (Publié aussi en anglais).
- Division des Mines, Rapport Sommaire, 1920, pp. 76-80: (Matériaux de voirie le long de la route Gananoque-Napanee, Ontario). (Publié aussi en anglais).

- Mines Branch, Investigations in Ceramics and Road Materials, 1921, pp. 271-318: (Matériaux de voirie le long des routes Castle-Jaggon et Vermillion-Windermere, Parcs Nationaux du Canada, Alberta et Colombie Anglaise; le long de la route Ottawa-Pointe Fortune, Ontario; dans les environs d'Halifax, Truro, New Glasgow, Windsor et Kentville, Nouvelle Ecosse).
- Mines Branch, Summary Report, 1922, pp. 227-261: (Matériaux de voirie le long de certaines sections des routes Banff-Lac Louise-Lac Moraine et Banff-Windermere, Parcs Nationaux du Canada, Alberta et Colombie Anglaise; le long des grandes routes de la Nouvelle Ecosse).
- Mines Branch, Investigations in Ceramics and Road Materials, 1923, pp. 8-71: (Inspection des chemins gravelés dans l'Ontario et le Québec et investigation sur les qualités des matériaux employés dans leur construction; matériaux de voirie le long des grandes routes de la Nouvelle Ecosse).
- Mines Branch, Investigations in Ceramics and Road Materials, 1924, pp. 13-45: (Matériaux de voirie le long des grandes routes du Nouveau Brunswick).