

CANQ  
TR  
1481  
34  
Broch.

# Recherches Transport

34

Influence du  
pourcentage de  
concassé sur la  
portance d'une  
chaussée à partir  
d'essais en  
laboratoire

Ministère des Transports  
Centre de documentation  
930, Chemin Ste-Foy  
6e étage  
Québec (Québec)  
G1S 4X9

CANQ  
TR  
GE  
LC  
120  
34



Transports  
Québec

N° de codification: RTQ-86-13

Auteur du rapport:

Paul Flon, ingénieur  
Laboratoire central  
Direction générale du génie

Étude produite par le ministère  
des Transports du Québec

Pour obtenir un exemplaire du rapport:

— Direction des communications  
Jacques De Rome, directeur

Secrétariat de la rédaction:  
700, boul. Saint-Cyrille Est  
Place Hauteville, 18<sup>e</sup> étage  
Québec (QC)  
G1R 5H1 (418) 643-7052

Pour consultation:

— Centre de documentation  
700, boul. Saint-Cyrille Est  
Place Hauteville, 24<sup>e</sup> étage  
Québec (QC)  
G1R 5H1 (418) 643-3578

— Centre de documentation  
200, rue Dorchester Sud  
7<sup>e</sup> étage  
Québec (QC)  
G1K 5Z1 (418) 643-2256

— Centre de documentation  
1410, rue Stanley, 8<sup>e</sup> étage  
Montréal (QC)  
H3A 1P8 (514) 873-5467

## «RECHERCHES TRANSPORT»

Dans la foulée du livre blanc sur la politique québécoise de la recherche scientifique, «Les voies de l'avenir», rapport de conjoncture sur la recherche-développement en transport au Québec, a fait ressortir l'urgence de consacrer des efforts particuliers à la diffusion des résultats de recherche.

«Recherches Transport» se veut une réponse simple et concise à cet objectif d'accessibilité à l'information scientifique.

Ce document technique s'adresse à toute personne, entreprise ou institution dont les champs d'intérêt concernent les disciplines reliées au transport. L'auteur de la recherche présente lui-même un résumé clair de son travail.

«Recherches Transport» est publié par la Direction des communications du ministère des Transports pour le compte du Comité ministériel de la recherche.

Comité ministériel de la recherche  
Pierre La Fontaine, président

Dépôt légal: 3<sup>e</sup> trimestre 1986  
Bibliothèque nationale du Québec  
ISSN 0228-5541  
Composition: Composition Orléans inc.

# Influence du pourcentage de concassé sur la portance d'une chaussée à partir d'essais en laboratoire

## 1. Introduction

Le Laboratoire central du ministère des Transports du Québec s'intéresse depuis toujours à l'évaluation de la qualité des granulats, car celle-ci intervient de différentes façons et principalement dans le comportement des fondations de route. Des études doivent être réalisées pour déterminer l'influence des différents indices de qualité sur une fondation et en expliquer le comportement. Le degré de fragmentation des granulats ou le pourcentage de concassé est l'un de ces indices; ce pourcentage de particules fragmentées, c'est-à-dire ayant au moins une face fragmentée, est fourni soit naturellement par le banc d'emprunt, soit en usine par concassage.

Le Cahier des charges et devis généraux du ministère des Transports du Québec (C.C.D.G.) indique que 50% des gros granulats utilisés dans une fondation de route doivent avoir au moins une face fracturée par concassage, ce qui représente parfois une exigence coûteuse. La fragmentation naturelle, ou d'autres indices de qualité suffisamment bons, permettraient-ils de réduire l'exigence de concassage des graviers? Quel est le degré d'amélioration de la stabilité d'une chaussée quand on augmente progressivement le pourcentage des particules concassées ou fragmentées dans le matériau de fondation?

Un travail de laboratoire réalisé au premier semestre de 1986 commence à répondre à ces questions, en isolant au mieux tous les facteurs qui risquent de perturber l'étude de la relation pourcentage de particules concassées ou fragmentées versus indice de

portance CBR. Ce travail devra s'inscrire dans le cadre d'une vaste étude visant à préciser le rôle des différents indices de qualité des granulats sur la stabilité routière.

## 2. Procédure de travail

Plusieurs séries d'échantillons ont été préparées en mélangeant des matériaux naturels avec une proportion croissante de matériaux concassés: 0%, 25%, 50%, 75% et 100%. Trois distributions granulométriques ont été étudiées, correspondant à la courbe inférieure, puis médiane et supérieure du fuseau d'exigence granulométrique de la fondation supérieure indiqué dans le C.C.D.G.; les trois pourcentages de sable sont 35%, 47,5% et 60%. Les matériaux ont donc tous été tamisés et les échantillons reconstitués. La variation du pourcentage de concassé s'est appliquée sur des échantillons à granulométrie identique pour chacune des trois courbes du fuseau. De plus, deux études ont été menées de front, l'une sur un granulat granitique des Laurentides, l'autre sur un granulat schisteux des Appalaches; la partie sable en provenance des Laurentides a été la même pour les deux études de façon à ne pas faire intervenir la nature du sable.

Le pourcentage de particules ayant au moins une face fragmentée a été déterminé visuellement sur le matériau naturel et concassé, afin d'approcher le pourcentage réel de faces fragmentées pour chacun des cinq mélanges à pourcentage de concassé différent. Les essais Proctor modifié et CBR ont été réalisés selon les normes BNQ et ASTM.

### 3. Caractéristiques des matériaux

Les propriétés des gros granulats peuvent être résumées par les résultats d'essais suivants :

Matériau	Nombre pétrographique	Particules plates et allongées (%)	Micro Deval (%)	Los Angeles (%)	MgSO <sub>4</sub> (%)	Coefficient d'écoulement (sec.)
granitique naturel	119	5,9 et 15,9	11,0	48,0	3,3	30
50% naturel-50% concassé						35
granitique concassé		8,8 et 27,1	11,0	48,0	3,5	38
schisteux naturel	189	37,0 et 39,6	42,0	30,0	22,8	39
50% naturel-50% concassé						40
schisteux concassé		23,9 et 43,8	30,0	24,0	9,8	45

Le gravier granitique est donc plus dur, plus résistant en présence d'eau, mais plus fragile au choc, ou plus cassant, que le gravier schisteux. Le gravier granitique montre un pourcentage de pertes identique, quel que soit le degré de fragmentation. Dans le gravier schisteux naturel, le pourcentage de particules allongées et friables est supérieur à celui qu'on note dans le gravier schisteux concassé. Les granulats schisteux sont plus angulaires et rugueux que les granitiques, quel que soit le pourcentage de concassé; cette caractéristique contribuera à la bonne stabilité de la fondation schisteuse. Les arêtes des faces de gravier granitique sont plus émoussées et moins rugueuses que celles des faces du gravier schisteux. Rappelons que le temps d'écoulement, mesuré avec l'angulomètre à gravillons (norme Afnor), prend en compte la forme globale du granulat, l'état et le nombre des arêtes, et l'état de surface du granulat (microrugosité); cette détermination de l'angularité est un outil essentiel pour l'étude de l'influence du pourcentage de concassé.

Le gravier naturel comprend en fait 32% (granitique) et 34% (schisteux) de granulats ayant au moins une face fragmentée; le gravier concassé en a 86% (granitique) et 90% (schisteux), au lieu de 100%. Les mélanges à 50% de concassé présentent en fait 59% (granitique) et 62% (schisteux) de particules à faces fragmentées.

Le coefficient de perméabilité mesuré sur la ligne médiane du fuseau de l'échantillon granitique compacté au Proctor modifié est compris entre  $10^{-4}$  et  $10^{-3}$  cm/sec.; celui du gravier schisteux est de l'ordre de  $10^{-4}$  cm/sec.; le pourcentage passant le tamis 80  $\mu$ m dans le sable est de 7,2% dans les deux cas. On note que le pourcentage de concassé a relativement peu d'influence.

### 4. Interprétation des résultats d'essais Proctor et CBR

#### 4.1 Dégradation des granulats après essais

Par analyse granulométrique après essai Proctor, on a pu détecter l'influence du pourcentage de sable, d'une part, du pourcen-

tage de concassé ou de fragmenté, d'autre part, sur la dégradation des matériaux.

Le gravier granitique se fragmente davantage à 35% de sable qu'à 60%. Si le pourcentage de sable est compris entre 35% et 47,5%, la dégradation du granulat granitique augmente un peu avec le pourcentage de concassé; par contre, entre 47,5% et 60% de sable, le pourcentage de concassé n'a plus d'influence.

La dégradation du gravier schisteux est indépendante du pourcentage de concassé, même pour 35% de sable.

Les graviers schisteux de l'étude se dégradent plus que les graviers granitiques pour les mélanges à 35% de sable seulement. À 47,5% et à 60% de sable, le comportement des deux sortes de matériaux est similaire.

#### *4.2 Stabilité de la fondation (essais CBR)*

Le pourcentage de sable exigé par le C.C.D.G. est compris entre 35% et 60%. Cette étude semble montrer que l'exigence devrait plutôt être de 35% à 47,5%. Le pourcentage optimum de sable a été situé entre 25% et 35% pour le matériau granitique, et entre 35% et 40% pour le matériau schisteux. L'indice CBR croît donc en sens inverse du pourcentage de sable; il peut être deux fois plus élevé à 35% qu'à 60%, quel que soit le matériau.

L'influence du pourcentage de sable sur la portance CBR est plus grande que l'influence du pourcentage de concassé; la deuxième dépend en fait de la première: plus le mélange contient de sable, plus l'influence du pourcentage de concassé est faible.

À 60% de sable, l'influence du pourcentage de concassé, ou de particules fragmentées, est donc difficile à définir. Par contre, pour

47,5% et 35% de sable, on peut donner une fourchette estimant la condition optimum d'emploi de graviers ayant au moins une face fragmentée: entre 55% et 75% pour le gravier granitique, entre 50% et 60% pour le gravier schisteux. Il ne sert à rien de concasser ces graviers davantage; ça peut même être néfaste. Le pourcentage de 50% spécifié au C.C.D.G. reste une valeur raisonnable. Le pourcentage optimum dépend de la qualité du granulat et de la bonne graduation granulométrique du matériau.

Sous l'influence du pourcentage de particules concassées ou fragmentées l'indice CBR varie de 20% à 35% (30% en moyenne) entre sa valeur la plus faible et sa valeur la plus forte. Dans le cas de cette étude, les valeurs CBR sont très élevées: entre 135 et 340 pour le gravier granitique, entre 120 et 265 pour le gravier schisteux; nous pensons que ces fortes valeurs résultent de la bonne qualité des granulats, surtout de la bonne graduation de la granulométrie de ces échantillons reconstitués. Même si la variation de 30% est significative, les matériaux utilisés pour ce travail présentent donc une résistance et une qualité suffisantes, une distribution granulométrique adéquate, pour les utiliser en construction routière sans les concasser.

## **5. Conclusion**

Il apparaît que le pourcentage de sable a une influence beaucoup plus forte sur la stabilité de la chaussée que le pourcentage de concassé ou de particules ayant au moins une face fragmentée. Le pourcentage de sable devrait se situer entre 35% et 47,5%. La nature du sable n'a pas été étudiée dans ce travail. Un pourcentage compris entre 50% et 70% de granulats fragmentés est celui qui se rapproche le plus de l'optimum; il augmente l'indice CBR d'environ 30%.

Nous pensons donc que c'est surtout le faible pourcentage de sable, la distribution très régulière de la granulométrie et la bonne qualité des granulats qui contribuent le plus à la stabilité de la chaussée, bien davantage que le degré de concassage; cette étude laisse sous-entendre alors qu'on pourrait bien souvent éviter de concasser les graviers.

La difficulté d'interprétation des résultats de cette étude provient surtout du manque de différence entre le matériau concassé à 100% et le matériau déjà fragmenté natu-

rellement. Cette difficulté d'interprétation soulève, de plus, le problème de l'appréciation, encore trop relié à l'opérateur, du véritable pourcentage de concassé et de la qualité de la fracture elle-même. On est limité, d'autre part, par la piètre performance de l'essai CBR pour évaluer la portance en laboratoire.

Cette étude devra être étendue à d'autres granulats de différentes qualités, pour préciser les relations qualité du gravier versus dégradation versus distribution granulométrique versus pourcentage de concassé versus stabilité de la fondation routière.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 153 596