



Direction générale <b>GENIE</b>		N° de classement <b>RTQ-86-06</b>	
Titre du rapport <b>Comparaisons des essais proctor modifié et marteau vibrant.</b>			
Auteur du rapport <b>Paul Flon, ing.</b>		Rapport d'étape <input type="checkbox"/> An Mois Jour Rapport final <input type="checkbox"/>	
But de l'étude ou de la recherche <b>Systématiser et normaliser l'emploi du marteau vibrant comme moyen de compaction au laboratoire.</b>		N° de dossier <b>84 23 32</b> N° du contrat	

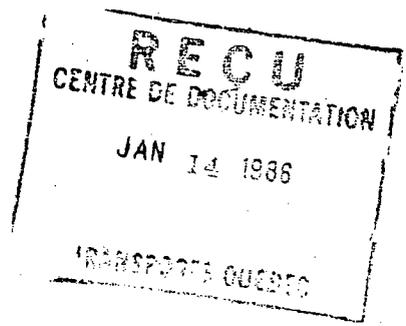
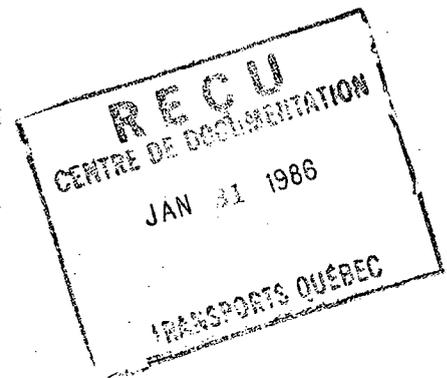
Etude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme) <b>Laboratoire Central Ministère des Transports 2700, rue Einstein Sainte-Foy, QUÉBEC G1P 3W8</b>	Etude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme) <b>Laboratoire Central Ministère des Transports 2700, rue Einstein Sainte-Foy, QUÉBEC G1P 3W8</b>
--	--

Renseignements supplémentaires

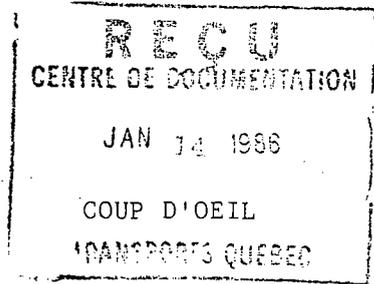
Ce rapport est issu d'une compilation d'essais réalisés dans différents laboratoires du ministère des Transports du Québec: laboratoire Central, Centres Régionaux de Québec, de Sherbrooke-Drummondville et de Montréal.

Resumé du rapport

L'essai au marteau vibrant est analysé sous toutes ses formes, selon le nombre de couches adopté pour compacter l'échantillon, et selon le nombre de minutes de vibration. Des matériaux à granulométries diverses ont été testés. Les résultats sont comparés à ceux du proctor modifié. Les avantages et inconvénients des essais au marteau vibrant sont énumérés, ce qui a conduit au choix de la procédure d'essai la plus fiable. La normalisation de l'essai devrait suivre assez rapidement.



Mots-clés <b>marteau vibrant - proctor - compaction - vibration.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Diffusion autorisée <input type="checkbox"/> Diffusion interdite
<b>QTRD CANQ TR GE</b>	<i>Yvan Tremblay</i> Signature du directeur général
	<b>860108</b> Date



## ESSAI DE COMPACTION AU MARTEAU VIBRANT

### 1) Introduction

L'essai au marteau vibrant est effectué au laboratoire Central du MTQ depuis quelques années. Il présente l'avantage de pouvoir tester des matériaux plus grossiers qu'à l'essai proctor modifié (40 mm au lieu de 20 mm). La norme du proctor prévoit cependant la possibilité de remplacer des matériaux de calibre supérieur à 20 mm, par d'autres matériaux de calibre 5 à 20 mm; mais on modifie de ce fait la granulométrie de l'échantillon original, qui l'est encore plus en raison de l'impact du marteau proctor, surtout dans le cas des matériaux fragiles ou faciles à concasser. La compaction par vibration évite cette fragmentation.

Une étude a été réalisée dans les laboratoires du ministère, pour comparer les deux modes de compaction, choisir le processus d'essai au marteau vibrant le plus convenable, et pour aboutir rapidement à sa normalisation.

### 2) Comparaisons marteau vibrant (M.V.) - proctor modifié (P.M.)

L'essai M.V. est pratiqué différemment selon le laboratoire: l'échantillon peut être compacté en trois couches avec une minute de vibration par couche, ou bien en une couche avec une vibration de trois ou de deux minutes.

D'une manière générale, la masse volumique M.V. est toujours supérieure à la masse volumique P.M., de 2% en moyenne (compris entre 1,2 et 3,7% pour cette étude) dans le cas de l'essai 3 couches - 1 minute, de 1,5% en moyenne (entre 0 et 3,3% pour cette étude) dans le cas 1 couche - 3 minutes, et de 0,5% en moyenne (entre 0 et 2,5% pour cette étude) dans le cas 1 couche - 2 minutes. La teneur en eau M.V. est toujours inférieure à la teneur en eau P.M., de 1% environ (entre 0,6 et 1,5% pour cette étude) en valeur absolue, ce qui est tout de même relativement important puisque ça peut représenter une variation de 10 à 30%.

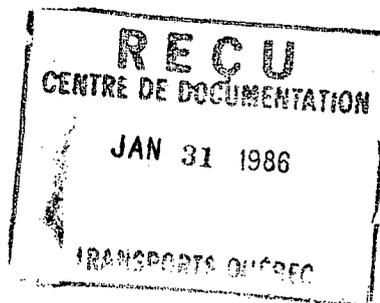
La différence (M.V.-P.M.) la plus faible en ~~terme de~~ masse volumique s'applique en général aux petits calibres (5-0 mm); cette observation n'est pas vraie pour ce qui est de la teneur en eau.

3) Problèmes de pertes de particules

On comprend que la facilité avec laquelle les grains s'imbriquent entre eux, conditionne l'état de compaction obtenu. Si le mode de compaction imposé est la vibration, le point optimum est difficile à définir, d'autant plus que le matériau est mal gradué (c'est-à-dire si les grains s'imbriquent mal). On constate que la vibration tend à faire remonter en surface de l'eau et des particules fines, qui commencent à passer par-dessus la dame de compaction, si la vibration se poursuit.

A partir du moment où l'eau et les fines apparaissent en surface, il n'est pas nécessaire de chercher un autre point à teneur en eau plus élevée, même si on risque d'obtenir une masse volumique un peu plus forte: les pertes sont plus importantes, et l'échantillon n'a plus la même granulométrie, ni la même teneur en eau. Dans ce cas, on ne peut tracer le côté humide de la courbe de compaction supposément en forme de cloche. La masse volumique maximum trouvée, grossièrement évaluée au point où la saturation de l'échantillon semble complète, n'est pas forcément un optimum; celui-ci serait plutôt légèrement plus élevé, et légèrement décalé vers une teneur en eau plus forte.

Il est possible de tenir compte des pertes en les récupérant puis en les pesant, humides et sèches. On admet qu'elles font partie de l'échantillon compacté, et on corrige en conséquence la masse volumique sèche maximum et la teneur en eau. Une vraie valeur optimum peut alors être définie avec une réelle courbe en cloche. Il n'est cependant pas souhaitable d'imposer des procédures de correction, étant donné la manière aléatoire de récupérer pratiquement ces pertes.



4) Choix de la procédure d'essai

L'essai en une couche avec deux minutes de vibration résoud en partie le problème des pertes, puisqu'elles sont bien moindres. La courbe est davantage en forme de cloche, et l'optimum M.V. est très voisin de l'optimum proctor, pour une teneur en eau légèrement moindre. On conseille donc de généraliser cette procédure dans tous les laboratoires; dans le cas où des pertes ont été observées, on relève la masse volumique sèche correspondant à l'apparition de ces pertes. Une étude sera tout de même entreprise pour évaluer la compaction sous une seule minute de vibration: on peut présager qu'elle sera inférieure à la compaction proctor.

On formulera d'autre part les recommandations suivantes:

- le niveau de la surface du matériel dans le moule est parfois difficile à mesurer, en raison de la présence de grosses particules, ou d'agglomération de particules plus fines sous la dame de compaction. Il s'agit d'introduire une petite plaque en acier inoxydable, dont l'épaisseur (3 mm) est retranchée par après.
- le projet de norme prévoyait de reprendre l'essai si la hauteur de l'échantillon est plus de 133 mm ou moins de 127 mm. Il est difficile de se conformer à cette exigence pour l'essai M.V. en une couche-deux minutes; on conseille donc à tous les opérateurs de remplir systématiquement le moule et le collet jusqu'à ras bord, puis d'araser, quel que soit le matériel. Une modification du projet de norme est suggérée en ce sens.

NOTE: Quand un échantillon comporte très peu de particules fines, il est possible d'augmenter son niveau de compaction en rajoutant un certain pourcentage de fines, selon sa granulométrie initiale; la compaction diminue à nouveau si l'on en rajoute de trop. La teneur optimum en fines semble donc varier d'un matériau à l'autre, tout en étant inférieure en général à 10% (pourcentage passant 80  $\mu$ m).

5) Conclusion

L'essai au marteau vibrant, sur un échantillon compacté en une couche avec deux minutes de vibration, donne des résultats relativement fiables et comparables à ceux du proctor modifié, tout en permettant l'étude de matériaux plus grossiers. On peut donc préconiser l'utilisation systématique de cette méthode, et en accélérer la normalisation.

Pour informations supplémentaires, communiquer avec Paul Flon, division sols et granulats, Service du laboratoire Central, tél.: (418) 643-3178.