

Compte rendu de la délégation du MTQ au 84e Congrès annuel du TRB

Chaussées - Performance des chaussées

Yves Savard, ing., M.sc. – Direction du laboratoire des chaussées

### **Long-Term Pavement Performance State Coordinator's Meeting**

Cette rencontre annuelle est l'occasion de discuter de la progression du programme LTPP. Cette année, l'effet du programme budgétaire TEA-21 et la mise en place de fonds en partenariat ont fait l'objet des discussions.

En 2004, le budget provenant du programme TEA-21 a été réduit de 33 % par rapport à l'année précédente. Cette diminution a occasionné une réduction de la fréquence des relevés sur les sections d'essais, et aucune somme n'a été allouée en contrats externes, pour le développement, etc. Pour les prochaines années, le budget annuel devrait être supérieur à 20 M \$ américains, ce qui correspond aux frais de fonctionnement. Le comité va défendre les fonds sur la base de ce qu'on croit pouvoir obtenir et non pas de ce qu'on souhaiterait.

Selon le plan d'action pour la caractérisation des matériaux, les états et les provinces sont responsables de la collecte des échantillons et le LTPP est responsable de la mise au point du matériel d'essais et de la réalisation des essais. Les essais seront réalisés par contrat (adjudés en juillet 2005). La collecte des échantillons manquants va débiter au printemps 2005.

Pour les données sur le trafic, la phase I avait été confiée à MANTEC Engineering Consulting. Il semble qu'on n'ait pas été satisfait du travail (mauvaise qualité des données provenant des postes de pesage en marche). La phase II a été confiée à International Roads Dynamics (IRD), qui est sous contrat depuis octobre 2004. Il est recommandé d'envoyer les données deux fois par semaine au LTPP pour s'assurer d'une meilleure qualité des données. Le logiciel pour la calibration des postes a été mis à jour. De plus, on recommande d'effectuer l'étalonnage des postes avec des véhicules divers avec différents poids (30 à 70 kips), d'effectuer des classifications manuelles ou par vidéo afin de valider la classification automatique et de mettre un revêtement béton de ciment (dalles) sur une longueur de 375 pieds avant le poste et de 75 pieds après.

La calibration du FWD bénéficie maintenant d'une nouvelle technologie. La répétitivité du FWD est bien établie, mais la reproductibilité dépend de plusieurs facteurs. Entre autres, le programme d'entretien de l'appareil est important pour maintenir la qualité des mesures.

La base de données du LTPP contient maintenant plus de 20 GB. Les nouvelles données comprennent des inspections par caméra des systèmes de drainage souterrain, des relevés par géoradar et des mesures de pente transversale au Dipstick. On dispose de plus de données sur les matériaux (module des enrobés, coefficient d'expansion thermique du béton, essais sur les liants (Superpave)), le climat (température à la surface et dans la structure, profondeur de gel) et le FWD (période de dégel). Les données peuvent être consultées sur Internet.

### **Frost Action Committee (AFP50)**

La préoccupation de ce comité est le comportement des infrastructures routières sous l'effet du gel. Les sujets abordés lors de la rencontre concernaient les dommages causés par les températures froides, le soulèvement sous l'effet du gel, l'affaiblissement au dégel et les moyens de réduire ou d'éliminer ces effets.

Deux projets de recherche ont été proposés par le comité au NCHRP. Les projets en question sont destinés à améliorer la prise en compte du gel dans la nouvelle méthode de dimensionnement; l'un porte sur l'aspect du dimensionnement des chaussées en région froide et l'autre sur la caractérisation des sols et des matériaux des chaussées sous l'action de l'humidité, du gel et du dégel.

Deux présentations informelles étaient à l'horaire. L'une portait sur un nouveau matériau isolant produit en Norvège avec du verre moussé ([www.hasopor.com](http://www.hasopor.com)). Ce produit peut également être utilisé en remblai léger. Par contre, le produit semble relativement cher et n'est pas fabriqué en Amérique du Nord. L'autre portait sur l'amélioration de la gestion de la perte de portance sur les routes à faible trafic. Une première phase s'est effectuée de 1998-2001 (Roadex I) et la seconde phase (Roadex II) se terminera en 2005 (2002-2005). Ce projet est parrainé par les organisations forestières, les entreprises de transport et les administrations routières locales. On trouvera plus d'information sur le site Internet <http://www.roadex.org>

Les prochains congrès annoncés sont celui de l'ASCE, qui se tiendra à Bangor, Maine (2006), sur le thème *Cold Region*, celui de l'ICAP, qui aura lieu à Québec (2006), et celui de l'Infrastructure Construction and Engineering Technics en Finlande (2007).

### **Transportation Research Board's Data Analysis Working Group (DAWG)**

Le DAWG est un forum international où l'on discute des méthodes d'analyse des données sur la performance des chaussées. Il se réunit deux fois par année; une fois à l'occasion du congrès annuel du TRB et une autre, à l'extérieur des États-Unis, pour un congrès international dans le domaine des chaussées. L'atelier de travail DAWG est parrainé par le comité Data Analysis Working Group du TRB (E1003). Il se tient le samedi précédant l'ouverture officielle du congrès annuel du TRB.

Les présentations sont orientées vers les intérêts techniques des professionnels engagés dans la collecte, le traitement, l'analyse et l'exploitation des données pour la recherche, la conception, l'entretien et la réhabilitation des chaussées. L'intérêt de ce forum est qu'il permet aux professionnels de présenter leurs travaux en cours et d'adresser une série de questions aux participants afin de trouver des solutions à des problèmes qu'ils rencontrent dans l'analyse du comportement des chaussées. Les discussions ouvertes sont fortement encouragées dans ce forum. Les thèmes se rapportant à l'élaboration de modèles de performance, à l'analyse de sensibilité et aux fonctions de transfert sont les plus populaires.

L'une des présentations (Finlande et Suède) concernait l'estimation de l'intérêt qu'il y a à collecter des données sur l'état du réseau. La recherche montre l'intérêt indéniable que présente le fait d'avoir une bonne connaissance de l'évolution de la chaussée pour améliorer la précision des modèles de prédiction. On a mentionné également qu'on investit beaucoup dans la collecte des données, mais pas assez dans l'analyse.

Deux présentations (universités de Washington et du Texas et consultants) ont abordé l'utilisation des spectres de charges axiales dans la nouvelle méthode de dimensionnement des chaussées. L'une était orientée vers l'analyse de sensibilité des données provenant

des postes de pesage en marche et l'autre vers l'élaboration de modèles à partir d'un nombre réduit de stations et les corrélations avec l'endommagement des chaussées.

Une présentation fort intéressante portant sur l'analyse des corridors routiers au moyen de l'imagerie satellite a été donnée par des chercheurs des universités de l'Ohio et du Mississippi. Ces chercheurs obtiennent une résolution au mètre et peuvent identifier par analyse automatique huit types de surfaces (enrobés bitumineux, béton, bâtiment, gazon, forêt, hydrographie, sols). Ils peuvent même donner des indications sur la qualité de l'air à partir des profils thermiques.

Une présentation sur la prédiction de la qualité de roulement à l'aide de réseaux de neurones a montré qu'on obtenait des résultats très intéressants (université de l'Iowa). Une autre présentation (université de Pennsylvanie) portait sur l'inexactitude des mesures d'humidité dans les sols effectuées au moyen des sondes TDR. Trois causes peuvent être évoquées, la masse volumique du sol, la densité des granulats et la teneur en sel, qui peut affecter la constante diélectrique.

### **Technology Transfer Strategies for Implementing Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide**

La nouvelle méthode de dimensionnement des chaussées de l'AASHTO *Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide* (M-E PDG) a été mise au point dans le cadre du projet NCHRP 1-37a. Elle est présentée sur le site Internet <http://www.trb.org/mepdg/> depuis 2004, pour évaluation. On prévoit de terminer la révision au cours du premier semestre de 2005. Ce nouveau guide de dimensionnement représentera un changement radical dans l'approche en matière de conception pour plusieurs administrations routières. Un programme de transfert technologique a été préparé pour aider les professionnels en dimensionnement des chaussées à s'approprier la nouvelle méthode de dimensionnement. Le présent atelier a une portée nationale, avec des présentations du FHWA et du LTPP, et une portée locale, avec des présentations du personnel des administrations routières et de chercheurs universitaires qui travaillent à la conception et à la mise en oeuvre de la méthode.

Une première série de six ateliers d'information d'une journée s'est terminée aux États-Unis, en octobre 2004, à laquelle plus de 800 participants ont pris part. Un cours du NHI (n° 131064A) sur la méthode mécanistique-empirique, d'une durée de quatre jours, va débiter au printemps 2005. On prévoit également pour 2005 un cours sur les données à collecter sur le trafic (n° 151018). Un autre cours de deux jours sur les propriétés des matériaux requises pour le M-E PDG pourra être suivi directement par Internet, les 30 et 31 mars 2005, à l'adresse suivante : <http://www.ct.gov/dot/pavement101> . Les différents présentateurs ont très fortement insisté sur la nécessité de calibrer localement la méthode M-E PDG pour les divers paramètres (modèles de performance, matériaux, trafic, niveau de fiabilité, etc.).

### **Séance 437 - Pavement Design, Analysis, and Performance Issues - séance poster**

Dimensionnement, analyse et performance des chaussées

L'équipe de recherche du professeur Witczak (université d'Arizona) a travaillé à la mise à jour du modèle de fissuration de fatigue « Calibration of Longitudinal Fatigue Cracking Model for 2002 Design Guide » (05-2664). Le modèle provenant de la tension à la base des couches liées et celui qui est établi à partir de la surface ont été analysés. Les chercheurs ont étudié les modèles de Shell et de l'Asphalte Institute (MS-1). Ils ont retenu celui de l'Asphalte Institute et l'ont amélioré pour pouvoir l'introduire dans la nouvelle méthode de dimensionnement (M-E PDG). À noter que la précision du modèle me semble peu satisfaisante. Les chercheurs ont également travaillé au modèle de déformation permanente des couches (ornières). Ils ont analysé le modèle mis au point dans le cadre du projet NCHRP 9-19, tout en l'améliorant pour tenir compte du confinement et en le calibrant avec les sections de suivi.

Une méthode mécanistique-empirique à trois niveaux de dimensionnement –semblable à celle qui est utilisée aux États-Unis - va être introduite au Danemark en 2005 « Pavement Design by Means of Performance Simulation » (05-1642). Le niveau mécanistique se fonde sur le modèle mathématique de performance des chaussées MMOPP. Ce modèle offre la possibilité de prévoir l'uni, l'orniérage et la fissuration de fatigue des chaussées.

### **Séance 484 - Advanced Techniques for Evaluating, Testing, and Taking Measurements for Cold Regions Transportation Facilities**

Techniques avancées pour évaluer, tester et prendre des mesures sur les réseaux de transport en régions froides

***Investigation of Atmospheric Impacts on Spring Load Restriction Limits Imposed by State Transportation Agencies (05-2699)***

L'université du Dakota a effectué une étude pour évaluer la capacité du modèle climatique Enhanced Integrated Climatic Model (EICM), incorporé dans la méthode M-E PDG, à évaluer les périodes pour appliquer les restrictions de charge au dégel. Les résultats indiquent que le modèle calcule des températures plus élevées pour les couches près de la surface et plus froides pour les couches plus profondes. Cela conduit à prévoir un dégel plus tardif qu'il ne se produit en réalité. Des données plus précises sur les caractéristiques des matériaux, les conditions climatiques locales et le niveau de la nappe phréatique pourraient améliorer les résultats.

***Setting Seasonal Load Limits Using Road and Weather Information System Data (P05-0718)***

Le Minnesota DOT a mis en place, en septembre 2004, un nouveau système de contrôle des charges. Ce système permet d'augmenter la limite légale des charges en hiver et de la diminuer en période de dégel. Il est basé sur les données météorologiques utilisées pour établir des cartes sur l'indice de gel et de dégel cumulatif. Il peut également gérer les périodes de dégel en hiver.

**Séance 563 - Reliability in Pavement Design and Performance**

Niveau de fiabilité en dimensionnement et performance des chaussées

***Reliability Analysis of Cracking and Faulting Prediction in New Mechanistic-Empirical Pavement Design Procedure (05-1917)***

Le niveau de confiance pour le dimensionnement est un concept très important dans la méthode M-E PDG. Cette dernière est réputée donner des résultats plus précis, et il est donc important de ne pas diminuer cet avantage par un niveau de confiance trop bas. Une présentation des chercheurs de l'ARA indique que la méthode introduite dans la nouvelle méthode mécanistique-empirique, bien que moins rigoureuse que celle qui intègre

l'approche de Monte-Carlo, est à une étape plus avancée que celle qu'on trouvait dans l'ancienne méthode empirique (AASHTO 1993). Cette dernière étant jugée trop prudente. En effet, les chercheurs de l'université du Texas recommandent une valeur de  $S_0$  de 0,2 à 0,25 plutôt que de 0,4 à 0,5, valeur qu'on était habitué à utiliser dans l'ancienne méthode empirique.

Modèles de performance des chaussées

L'importance du calibrage des modèles de performance au niveau local – par chaque administration routière - a encore une fois été bien mise en évidence.

**Séance 649 - Highway Traffic Monitoring, Part 2 (Part 1, Session 296; Part 3, Session 680)**

Enregistrement des données sur le trafic

***Quality Control Procedure for Weigh-in-Motion Data (05-0505)***

Un jeune chercheur de l'université de Caroline du Sud a présenté une conférence très intéressante sur le contrôle de la qualité des données provenant des postes de pesage en marche. Il utilise des cartes de contrôle pour détecter le plus tôt possible les interruptions dans l'acquisition des signaux. Ces cartes sont semblables à celles qu'on a utilisé pour déterminer la qualité des données du poste de Saint-Célestin. Le chercheur signale l'importance de bien calibrer la vitesse des véhicules. Il a montré l'influence climatique sur l'efficacité des capteurs. Le degré d'inexactitude augmente lorsque la température diminue ou qu'il y a des précipitations (neige ou pluie) pouvant interférer avec le capteur.

**Séance 648 - Recent Studies on Tire Load, Tire Pressure, and Pavement Damage**

Études récentes sur la charge, la pression des pneus et l'endommagement des chaussées

***Quantification of Joint Effect of Wheel Load and Tire Inflation Pressure on Pavement Response (05-1847)***

Les recherches menées à l'université du Texas ont montré que l'approximation d'une charge sous un pneu au moyen d'un cercle uniformément chargé n'est pas la façon de faire adéquate. La charge correspondrait en effet davantage à un rectangle. Le modèle circulaire a tendance à sous-estimer le comportement de la chaussée sous l'effet d'une

faible pression (500 kPa) et à la surestimer lorsque la pression est élevée (700 kPa). L'augmentation de la pression de gonflage de 50 % entraîne une réduction de l'aire de contact de 8 à 20 %.

### ***Quantifying Lateral Displacement of Trucks for Use in Flexible Pavement Design (05-0935)***

Une étude intéressante a été effectuée à l'université du Michigan sur le louvoiement des véhicules. L'étude montre que la largeur moyenne entre les roues est de 280 cm, avec un écart-type de 30 cm. Ces valeurs vont pouvoir être prises en compte avec la nouvelle méthode M-E PDG, ce qui ne pouvait être fait avec l'AASHTO 1993

### **Séance 708 - Recent and Significant Accelerated Pavement Testing Results**

Récentes études d'essais accélérés

### ***Quantification of Pavement Damage due to Dual and Wide-Base Tires (05-2189)***

De récentes recherches effectuées sur les pneus larges à l'université d'Illinois arrivent à des constats semblables à ceux qu'on a obtenu au MTQ. La charge sur un pneu large doit être diminuée de 4 à 8 % pour obtenir un endommagement équivalent à celui qu'on a sous des pneus jumelés.

### **Séance 813 - Hot-Mix Asphalt Dynamic Modulus: Measurement and Prediction**

Module dynamique des enrobés : mesures et prédiction

### ***Laboratory Characterization and Empirical Prediction of Dynamic Modulus of Superpave Mixtures (05-2714)***

Différentes recherches réalisées à l'université du Maryland, au centre de recherche de la Louisiane et au FHWA ont montré que les modèles de prédiction du module d'enrobé (Witczak et Hirsch) sont suffisamment précis pour être utilisés avec la méthode M-E PDG. Le modèle de Hirsch semble toutefois avoir une corrélation un peu meilleure que celui de Witczak.