

INTRODUCTION

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) conçoit et utilise depuis plus de 20 ans des techniques d'allègement de remblais routiers afin de contrer des tassements excessifs ou des problèmes de stabilité anticipés sur certains segments de son réseau routier. En raison du contexte géologique du Québec et des conditions de développement du réseau routier, de nombreux ouvrages d'art sont ou seront construits sur des dépôts de sols compressibles. En effet, de nombreux tronçons d'autoroutes ou de routes nationales recoupent des zones d'argile ou de tourbières.

CONTEXTES D'UTILISATION

Les techniques d'allègement de remblais sont utilisées particulièrement dans les cas où les délais de construction sont trop courts pour que le degré de consolidation voulu de l'argile soit obtenu et lorsque la configuration du site ne permet pas la construction d'un contrepoids permettant d'assurer la stabilité des remblais appuyés sur des sols de faible portance. Les remblais d'approche des ponts constituent les infrastructures les plus fréquemment allégées sur le réseau routier québécois, suivis par les remblais au voisinage de ponceaux ou encore, tout simplement, par les remblais routiers. Les remblais allégés peuvent contenir des noyaux légers constitués de blocs de polystyrène (figure 1), de résidus de bois ou de pneus usagés déchiquetés. Certains noyaux légers peuvent contenir plusieurs types de matériaux légers (bulletin *Info DLC*, vol. 4, n° 7, juillet 1999).

CRITÈRES DE CONCEPTION DES REMBLAIS LÉGERS

L'utilisation de noyaux légers dans les remblais routiers permet d'annuler ou de contrôler les tassements qui pourraient être dommageables pour les ouvrages d'art, de diminuer les coûts d'entretien de la chaussée, d'annuler ou de limiter le fluage latéral et la friction négative qui peuvent être préjudiciables aux culées de ponts et aux pieux supportant les semelles de fondation, de diminuer les pressions sur les ponceaux et, finalement, d'assurer la stabilité des remblais appuyés sur des sols de faible résistance.

La construction de remblais légers peut être onéreuse, plus particulièrement lorsqu'il s'agit de noyaux de polystyrène.

Les coûts de construction de tels noyaux peuvent atteindre de 120 \$ à 130 \$ par mètre cube. Il devient important pour le MTQ d'optimiser ce type de construction afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage et le maintien du confort de roulement sur la chaussée.

Le Service de la géotechnique et de la géologie du MTQ conçoit les noyaux légers selon des critères qui tiennent compte des conditions hydrogéologiques, des propriétés géomécaniques des sols, des matériaux de remblayage et des matériaux légers utilisés pour le noyau, de la géométrie des remblais routiers, des normes de construction et des règles de l'art en ingénierie géotechnique, notamment les analyses de stabilité. Le logiciel SOL-DESIGN intègre ces paramètres pour dimensionner les noyaux légers et optimiser leurs coûts de construction. Parmi les principaux paramètres de conception utilisés, notons la pression de préconsolidation de l'argile, les poids volumiques du remblai et des matériaux légers, ainsi que les angles de friction interne (ϕ') et la cohésion (C) des sols et des matériaux utilisés. Dans le cas particulier des noyaux en polystyrène, la contrainte exercée sur ce type matériau ne doit pas dépasser 30 % de sa résistance en compression pour éviter les déformations par fluage (à long terme) du matériau.

L'utilisation du polystyrène constitue une pratique courante lorsque l'allègement requis devient trop important pour être atteint à l'aide de résidus de bois ou de pneus déchiquetés. Une épaisseur de résidus de bois 1,54 fois plus grande que celle du polystyrène est requise pour obtenir le même allègement.

DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

Compte tenu du fait que les matériaux composant les noyaux légers offrent une rigidité inférieure à celle d'un sol conventionnel, le dimensionnement de la structure de chaussée doit être adapté pour assurer un bon comportement. L'usage d'une méthode analytique permettant d'intégrer les propriétés mécaniques des matériaux est requis. La méthode prévoit l'évaluation des contraintes et déformations dans un système multicouche en considérant les modules de déformation (E) et les coefficients de Poisson (α) des matériaux. Des relations entre la déflexion (D_0) et l'indice de courbure de surface (SCI) admissible de la chaussée en fonction du trafic de

conception sont utilisées comme critères de conception. Le Do reflète la rigidité de toute la structure de la chaussée et le SCI est un indicateur du comportement structural de la partie supérieure de la chaussée.

Les caractéristiques mécaniques du noyau léger sont fonction principalement de l'épaisseur de l'allègement, de leur état de contrainte et de la présence ou non d'une dalle en béton de ciment. Des travaux réalisés par le Service des chaussées en 2006 ont permis de faire la synthèse de plusieurs paramètres structuraux recensés sur plus d'une quinzaine de remblais légers depuis 1997 à l'aide du déflectomètre à masse tombante (FWD) [1]. À partir de cette banque de données, des abaques ont été élaborés pour divers cas types de structures de chaussée afin de simplifier la conception (figure 2). Ces abaques permettent de déterminer l'épaisseur de revêtement bitumineux correspondant à un trafic de conception exprimé en ECAS (équivalent de charge axiale simple) selon des épaisseurs de fondation prédéterminées (600, 900 ou 1200 mm) dont les matériaux sont contrôlables et de propriétés connues (MG-20 ou MG-56).

En présence d'un remblai léger composé d'un noyau de polystyrène, la structure de chaussée est généralement constituée d'une dalle en béton de ciment de 100 mm d'épaisseur coulée en place directement sur le polystyrène afin de répartir les charges et de limiter les contraintes verticales transmises au polystyrène. Le dimensionnement de la structure de chaussée doit aussi tenir compte de la densité du polystyrène. Pour de forts trafics, il peut s'avérer nécessaire d'accroître la rigidité de la structure de chaussée en augmentant l'épaisseur de la dalle de béton. Cette façon de faire permet d'optimiser l'épaisseur de la structure de chaussée en tenant compte des contraintes de poids et de coûts. L'utilisation de sable directement au-dessus du noyau est à éviter compte tenu des problèmes de compaction possibles.

DIMENSIONNEMENT THERMIQUE DE LA CHAUSSÉE

L'aspect de la gélivité des sols concernant la partie des remblais allégés est rarement une problématique étant donné la capacité isolante des matériaux et des épaisseurs préconisées. Dans le but d'uniformiser le comportement structural et thermique de la chaussée, des transitions longitudinales au niveau de la ligne d'infrastructure doivent être aménagées à la jonction des remblais légers et des remblais conventionnels. La pente de transition au niveau de la structure de chaussée est généralement de 20 horizontal pour 1 vertical. La profondeur de transition recommandée (P), fonction de l'indice de gel et du type de route, est déterminée selon le tableau 1.7-1 du chapitre 1, *Tome II – Construction routière* de la collection Normes – Ouvrages routiers. Le MTQ prévoit mettre à l'essai d'autres approches, soit l'inclinaison des noyaux ou des derniers blocs de polystyrène de la rangée supérieure. Ce détail de conception vise à atténuer la différence sur le plan du

régime thermique afin de prévenir l'apparition prématurée de fissures dans le revêtement bitumineux, au droit de l'extrémité des noyaux. Cette configuration doit faire en sorte que les blocs d'extrémités se terminent à la profondeur de transition (P) tout en respectant les contraintes admissibles pour éviter le fluage du polystyrène.

CONCLUSION

La conception de remblais légers est préconisée pour assurer le bon comportement des remblais et des ouvrages d'art adjacents construits sur des sols de faible portance. L'approche analytique de conception mise au point au MTQ tient compte à la fois des conditions de terrain, des propriétés physiques des divers matériaux utilisés pour la construction des remblais, du type de structure à protéger, de l'intensité du trafic prévu, du comportement thermique des matériaux et du confort des usagers de la route. Au même titre que les autres ouvrages d'art du MTQ, les remblais légers s'inscrivent dans une démarche rigoureuse et normalisée et leur construction est régie par des plans et devis.



Figure 1 : Construction d'un remblai léger en polystyrène

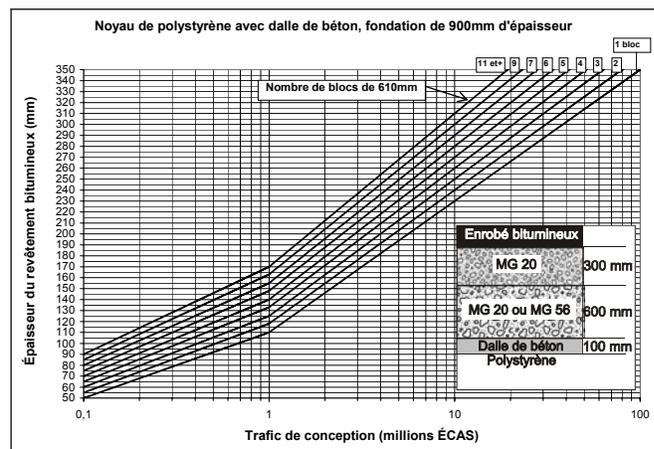


Figure 2 : Exemple d'abaque de conception de structure de chaussée sur remblai léger

RÉFÉRENCES :

[1] Martel, N., Bergeron, G. (1997) Étude du comportement structural des remblais allégés. Direction du laboratoire des chaussées, MTQ, rapport interne.

RESPONSABLES : Denis Lessard, ing., M. Sc.

Service géotechnique et géologie

Martin Lavoie, ing., M. Sc.

Service des chaussées

DIRECTEUR



Claude Tremblay, ing