

PROBLÉMATIQUE

Les études ont démontré que les structures rigides qui sont construites sous une importante épaisseur de remblai et fondées sur des sols résistants subissent des contraintes qui peuvent atteindre jusqu'à deux fois le poids des terres qu'elles supportent. Ce phénomène, appelé effet « Marston », est dû au tassement différentiel entre l'ouvrage enterré et le remblai. Le phénomène inverse se produit dans les mêmes conditions dans le cas des ouvrages flexibles : les déformations de la structure sous les charges de remblai créent un effet de voûte dans le remblai au-dessus de l'ouvrage, diminuant la charge sur ce dernier en la transférant au sol environnant. La mise en place d'un noyau compressible au-dessus d'une structure rigide permet de créer le même phénomène. Il devient alors possible de contrer l'effet Marston et de construire un remblai de grande épaisseur, tout en limitant le dimensionnement de la structure de béton et en permettant le recyclage de pneus usagés.

DESCRIPTION DES TRAVAUX

Un projet pilote a été réalisé dans le cadre du réaménagement de la route 175. Un ponceau en béton armé a été construit sous 9 m de remblai. Le noyau compressible a consisté en un assemblage de nappes de pneumatiques et de couches de sol par-dessus la structure en béton.

Une étude géotechnique complète a été réalisée sur le site, afin de déterminer les caractéristiques et la capacité portante des sols (300 kPa), au moyen de trois sondages de 5,0 m à 6,3 m de profondeur, réalisés au centre et aux extrémités de la future structure. Ces sondages ont révélé qu'il s'agissait de sables et de graviers denses à très denses, comprenant de petites couches silteuses ainsi que des cailloux et des blocs; le niveau de la nappe phréatique se situe à 0,3 m de profondeur.

Le dimensionnement du noyau compressible est fonction de la largeur du ponceau et du degré de réduction de l'effet Marston que l'on veut atteindre. La méthode de construction du noyau est illustrée aux figures 1 et 2; elle ne nécessite ni main-d'œuvre, ni machinerie spécialisées. Les pneus de poids lourds (diamètre extérieur : 1,00 m - 1,10 m; épaisseur : 0,25 m - 0,30 m; masse : 40 kg; nombre : 1 500 environ) sont disposés jointivement selon un arrangement orthorhombique. Une couche de sable densifiée de 200 mm d'épaisseur est intercalée entre chaque nappe de pneus; la nappe subséquente est empilée en quinconce. La première nappe de pneus est étendue sur une couche de sable de 600 mm au-dessus du ponceau. La dernière nappe (la cinquième) est recouverte d'une dernière couche de sable et d'un géotextile non-tissé aiguilleté (résistance minimale à la traction : 325 N; pourcentage d'allongement à la rupture : 15 %; ouverture de filtration : 150 mm). Le ponceau repose sur un coussin de support de 300 mm d'épaisseur.

Onze cellules de contraintes totales ont été installées dans le remblai entre le ponceau et le noyau compressible ainsi qu'à l'extérieur du noyau sur toute la hauteur du remblai.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Deux ans après la construction, l'ouvrage se comporte bien. Bien que certains résultats divergent, la mesure des cellules de charge (exemple de la cellule n° 8 à la figure 3) indique une nette tendance de réduction de l'effet Marston : les charges transmises au ponceau se situent entre 0,8 et 1 fois le poids des terres, comparativement à 1,8 fois s'il n'y avait pas de noyau de pneumatiques. La figure 3 montre les courbes théoriques de contraintes totales calculées en tenant compte de l'effet Marston, du poids des terres et du noyau compressible. Les contraintes totales réelles ont été mesurées au moyen des cellules de charge, au fur et à mesure de la construction du remblai et jusqu'à 18 mois après la fin de la construction; les points de mesure de la cellule no 8, située sous le noyau, sont indiqués sur la figure 3. À ce jour, la lecture des cellules indique que la réduction de l'effet Marston est indéniable et permanente.

CONCLUSION

En plus de présenter un intérêt pour la préservation de l'environnement, l'utilisation de pneus usagés dans les remblais importants permet de concevoir et de construire des structures à moindre coût. Les projets doivent répondre à certains critères (hauteur importante de remblai, capacité portante des sols élevée, ouvrage en béton). D'autres projets expérimentaux sont nécessaires afin d'améliorer nos règles de dimensionnement et de confirmer le rôle de ce type de noyau comme répartiteur de contraintes sur les ouvrages enterrés.

RÉFÉRENCES

- Meade, W., Allen, L., *Analysis of Loads on Top Slab of Reinforced Concrete Box Culverts; Transportation Research Board; 70th Annual Meeting*, January 13-17, 1991, Washington, D.C.
- Doan, R.H., Long, N.T., Piau, J.M., Vezole, P. *Le pneusol répartiteur de contraintes*, Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, p. 397-303, 1992.
- Long, N.T., Vezole, P. « Ouvrages sur remblai pneusol et maîtrise des charges verticales, conception – dimensionnement », *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 515, juillet-août 1993, 34 p., Série sols et fondations no 219.
- Jean, P.A., Long, N.T. « Creation of Arching, Pneusol and other Techniques », *Proceedings of the International Conference on Instrumentation of Geotechnical Engineering, (Geotechnical Instrumentation in Practice, Purpose, Performance and Interpretation)*, Thomas Telford, London, chapitre 4, p. 663-670, 1990.
- Long N.T. *The Pneusol*, Série géotechnique GT 44, Études et recherches des laboratoires des ponts et chaussées, décembre 1990.

RESPONSABLE : Jacques J. d'Astous, ing. M.Sc.
Service de la géotechnique et de la géologie

DIRECTEUR : _____
Pierre La Fontaine, ing.

Figure 1: Section type de l'ouvrage

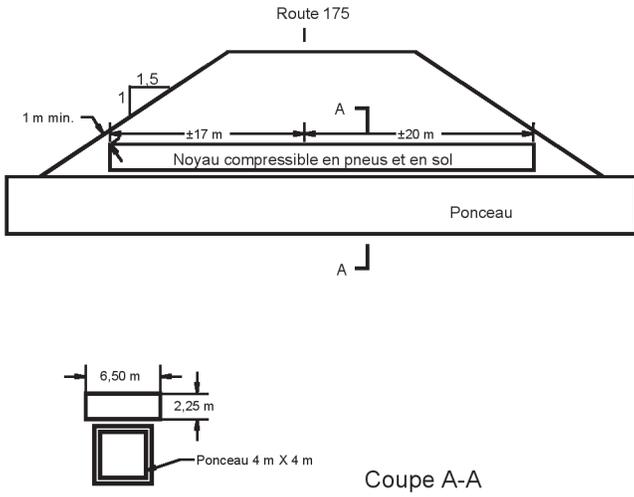


Figure 2: Noyau compressible

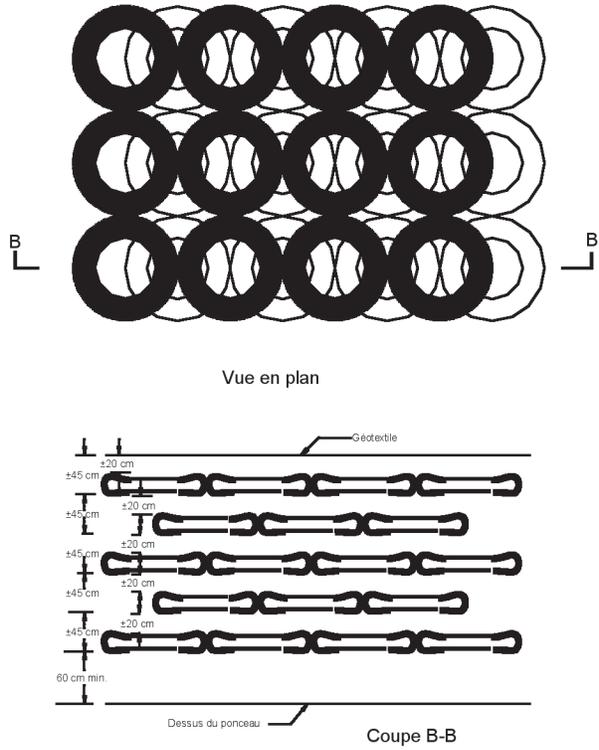


Figure 3 : Contraintes vs hauteur de remblai (cellule n° 8)

