

ÉTAT DES CONNAISSANCES

Un lit d'arrêt est un coussin de sable ou de gravier dans lequel les véhicules peuvent s'enliser en situation d'urgence. L'énergie cinétique du véhicule est absorbée par la gravité, par le frottement et par le déplacement des particules de graviers (Morin et Dabrowski, 1988). Al Qadi (1991) distingue trois types de lits d'arrêt : les rampes de gravité, les bacs de sable et les bacs de gravier. Le premier type, qui a une pente opposée à celle de la route, arrête le véhicule seulement par la force de gravité. Les bacs de sable contiennent des sables uniformes et sans cohésion; ils sont souvent utilisés conjointement avec les rampes de gravité et sont peu performants pour des vitesses excédant 80 km/h. Les bacs de gravier produisent une plus grande force d'inertie à cause de la présence de plus grosses particules; ils sont performants à haute vitesse et peuvent donc être plus courts.

Les granulats doivent être lisses, arrondis, non concassés et à peu près tous de la même dimension. Les graviers ronds permettent une meilleure décélération que les graviers angulaires ou concassés (Wambold 1990). La décélération est 1,8 fois plus faible pour un matériau angulaire que pour un matériau arrondi. Le facteur de décélération d'un gravier rond est de 0,54 g tandis que celui d'un gravier angulaire est de 0,3 g.

La granulométrie doit être aussi homogène que possible, car les matériaux ne doivent pas se densifier et doivent être drainants. La dimension idéale des granulats se situe autour de 12 mm. Il semble que les particules dont la dimension est supérieure à 14 mm sont plus difficiles à déplacer (Quincy *et al.* 1986). Les graviers de faible dimension (classe granulaire 2/8) donnent de meilleurs résultats qu'un matériau de classe 12/20, sans atteindre les bons résultats d'un matériau de classe 10/14.

Jankowski (1989) recommande un granulat ayant moins de 12 % de particules dont le rapport de la plus grande dimension sur la plus petite est supérieur à 2; les particules ne doivent pas avoir plus de 10 % de faces fracturées naturellement.

CALCUL DE LA DISTANCE D'ARRÊT

La distance d'arrêt se calcule au moyen de la formule suivante, qui paraît dans la norme sur les dispositifs de retenue (*Normes - Ouvrages routiers*, Tome II - Construction routière, chapitre 7) :

$$L = V^2/255(R \pm P)$$

où

L = distance d'arrêt (mètres)

V = vitesse d'entrée du véhicule (km/h)

P = pente du lit exprimée en décimales

R = facteur de résistance au roulement

Les facteurs de résistance au roulement de différents matériaux sont les suivants :

| | |
|------------------------------------|-------|
| Béton de ciment | 0,01 |
| Enrobé | 0,012 |
| Gravier densifié | 0,015 |
| Terre sablonneuse | 0,037 |
| Granulats concassés | 0,050 |
| Gravier (angulaire-subangulaire) | 0,100 |
| Sable | 0,150 |
| Gravier rond (<i>pea gravel</i>) | 0,250 |

À titre d'exemple, les distances d'arrêt d'un véhicule qui entre dans un lit d'arrêt horizontal (P=0) à une vitesse de 70 km/h, calculées pour un gravier rond (R₁ = 0,25) et pour un gravier angulaire (R₂ = 0,10), sont les suivantes :

$$L_1 = (70)^2/255 (0,25) = 77 \text{ mètres}$$

$$L_2 = (70)^2/255 (0,10) = 192 \text{ mètres}$$

D'après cette formule théorique, la distance d'arrêt L₁ d'un véhicule dans un gravier rond est 2,5 fois plus petite que la distance d'arrêt L₂ dans un gravier angulaire, ce qui n'est pas négligeable lorsque l'espace disponible pour la réalisation d'un lit d'arrêt est restreint.

LIT D'ARRÊT DE VALLÉE-JONCTION

L'approvisionnement en matériaux granulaires parfaitement ronds est difficile à la grandeur du territoire du Québec. Certaines régions, comme celle de la Direction de Chaudière-Appalaches, en sont pratiquement dépourvues; cela implique de transporter les granulats sur des distances importantes. Les matériaux du lit d'arrêt de Vallée-Jonction proviennent de bancs de gravier de la rive nord du Saint-Laurent, près de Québec.

Le matériau devait être un granulats naturel, c'est-à-dire tamisé à partir d'un matériau brut non concassé; il devait répondre aux spécifications suivantes :

| | |
|----------------------|----------|
| Granulométrie | 12-15 mm |
| MgSo ₄ | 5 % max |
| Micro Deval | 16 % max |
| Particules plates | 20 % max |
| Particules allongées | 25 % max |
| Fragmentation | 20 % max |

Certaines exigences n'ont pas été respectées à la livraison, dont la granulométrie et le pourcentage de fragmentation, qui sont deux des principaux paramètres influençant la performance d'un lit d'arrêt. En ce qui a trait à la granulométrie, il a été convenu avec le fournisseur de tamiser les granulats de nouveau, afin qu'ils répondent aux exigences d'une classe granulaire 10/14. Toutefois, il n'a pas été possible de modifier suffisamment le pourcentage de particules fragmentées pour le ramener sous la valeur spécifiée de 20 %.

Des essais avec différents poids lourds ont été effectués, après la mise en place des granulats, afin de vérifier l'efficacité du lit d'arrêt. Ces essais ont permis de calculer un facteur de résistance au roulement R (tableau suivant) pour le matériau mis en place au moyen de la formule suivante :

$$R = [V^2 / (255 \times L)] + P$$

La pente du lit d'arrêt P est de 12 %, dans le même sens que celle de la route (pente négative). La distance d'arrêt L est mesurée après l'enlèvement du véhicule.

| | Camion de type SU (10 roues) chargement : 15 tonnes | | | Camion SU 28 tonnes | Camion semi-remorque non chargé |
|----------|---|------|------|------------------------|---------------------------------------|
| V (km/h) | 37 | 45 | 73 | 56 | 51 |
| L (m) | 19,6 | 27,6 | 70,0 | 68,3 | 72,6 |
| R | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,30 | 0,26 |

Bien que le pourcentage de fragmentation des granulats utilisés soit légèrement supérieur à l'exigence, les résistances au roulement obtenues lors des essais sont supérieures à celle utilisée pour la conception (R = 0,25), ce qui indique que les granulats jouent bien leur rôle. L'efficacité du lit d'arrêt devrait idéalement être étudiée pour différentes configurations de véhicules.

CONCLUSION

Les paramètres qui influencent la performance d'un lit d'arrêt sont la distribution granulométrique, la résistance au roulement des matériaux utilisés et la pente du lit d'arrêt. Les granulats doivent être uniformes et d'une dimension voisine de 12 mm. La résistance au roulement est fonction du type de matériau et de la forme des granulats utilisés. Il y a une différence notable entre la performance d'un gravier rond et celle d'un gravier angulaire, ce qui a des répercussions sur la distance d'arrêt. La pente du lit d'arrêt influence aussi la distance d'arrêt.

Note : le présent texte a été rédigé en collaboration avec Pierre Robitaille, ing., Direction de Chaudière-Appalaches.

RÉFÉRENCES

Al-Qadi, I.L., Rivera Ortiz, L.A. « Laboratory Testing of River Gravel Used in Arrester Beds », *Journal of Testing and Materials, Itava*, Vol. 19, no. 4, July 1991, pp. 2280-2291.

Cocks, G.C., Good Ram, K.W. « The Design of Vehicle Arrester Beds AARB Proceeding », Vol. II, Part. 3, 1982, p. 24-34.

Jankowski, P. « Guidelines for the Design of Truck Arrester Beds », Ministry of Transportation of Ontario, 1989.

Morin, C., Dabrowski, J. *Lits d'arrêt d'urgence*, 1988.

Quincy, R., Charbuillet, M., Mounier, B. « Lits d'arrêt pleine largeur, Descente de Thiers », INRETS, Rapport n° 311-86-15, 1986.

Tye, E.J. « Design Guide of Truck Escape Ramps », State of California, Business Transportation and Housing Agency Department of Transportation, *Trafic Bulletin*, no. 24, 1986.

Wambold, J.C. « Field Study of Established Truck Escape Ramp Design Methodology »; Transportation Research Board, *Transportation Research Record 1233*, 1990.

RESPONSABLE : Guy Tremblay, ing., M.Sc.A.
Service des matériaux de chaussées

DIRECTEUR : _____
Pierre La Fontaine, ing.