

Résistance à l'abrasion du tuyau annelé de PEHD

L'abrasion est la réduction de l'épaisseur de la surface intérieure d'un tuyau causée par l'action mécanique de l'érosion. Dans des conditions d'exploitation normales, les tuyaux à écoulement gravitaire peuvent être assujettis à des charges de fond abrasives comprenant du gravier, des roches et/ou des pierres tranchantes. Les taux d'abrasion peuvent aussi augmenter lorsque les charges de fond abrasives sont combinées à des effluents acides. L'abrasion touche souvent le radier des tuyaux.

Le taux d'abrasion varie en fonction de la vitesse des liquides et des caractéristiques des particules fines. Les taux d'abrasion augmentent avec la vitesse des liquides et du diamètre du tuyau. Dans la plupart des applications routières, dont ponceaux et les drains d'eau de surface, la vitesse d'écoulement est inférieure à 6 m/s (20 pi/s); dans les tuyaux d'égout, l'écoulement est encore plus faible, ce qui réduit l'abrasion.

ESSAIS EN LABORATOIRE

Plusieurs études documentées ont été effectuées pour établir le taux d'usure des tuyaux de matériaux différents dans l'environnement contrôlé d'un laboratoire. Parmi les principales études, on retrouve l'essai de Darmstadt (référence 1) conçu par le D^r Kirschmer du Institute of Technology de Darmstadt (Allemagne). Dans le cadre de cette étude, on a fait basculer une section de tuyau de 1 mètre contenant une boue abrasive comprenant 46 % de sable siliceux (particules de 0-30 mm) en volume dans l'eau d'un côté et de l'autre à une fréquence de 21,6 cycles/min.

Cela s'est traduit par une vitesse de 0,36 m/s sur la surface du tuyau. Les résultats ont démontré que les tuyaux en polyéthylène et polypropylène surpassent les tuyaux en argile ou en béton (référence 1).

Un autre essai en laboratoire bien documenté est l'étude d'érosion effectuée par le Conseil de recherches de la Saskatchewan (référence 2). On a comparé la résistance à l'abrasion d'un tuyau en plastique à celle de tuyaux en acier et en aluminium. Des échantillons de 50 mm (2 po) de tuyau ont été assujettis à une boue aqueuse contenant 40 % de sable grossier (particules de 0,55 mm) et de sable fin (particules de 0,30 mm) en poids dans un système en boucle fermée à une température contrôlée. On a effectué des essais à 4 m/s pendant 3 semaines et à 2,1 m/s pendant 6 semaines. On a utilisé les résultats pour extrapoler les taux d'usure annuels (**tableau 1**).

FIGURE 1 : Perte par abrasion de différents matériaux dont sont faits les tuyaux

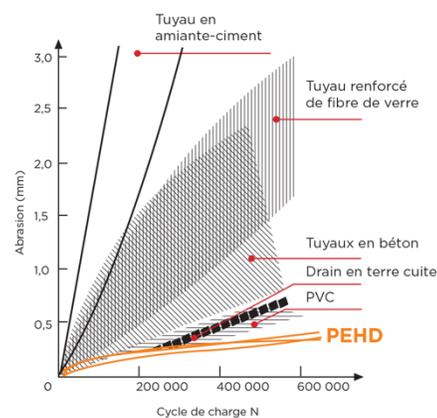


TABLEAU 1 : Taux d'usure annuels extrapolés des parois en plastique et des parois métalliques assujetties à des boues abrasives

Matériau	Taux d'usure (mm/année)			
	Sable grossier		Sable fin	
	2,1 m/s (7 pi/s)	4,6 m/s (15 pi/s)	2,1 m/s (7 pi/s)	4,6 m/s (15 pi/s)
Acier	0,65	1,81	0,04	0,02
Aluminium	1,81	7,48	0,14	0,86
Polyéthylène	0,06	0,46	aucune usure	0,06

Ces résultats démontrent que les taux d'usure des parois en polyéthylène sont considérablement inférieurs aux taux d'usure des autres matériaux testés.

Les égouts pluviaux transportent souvent des effluents acides et abrasifs. La California State University a effectué une étude (référence 3) sur les effets des effluents abrasifs et acides sur l'usure des tuyaux faits de différents matériaux. Les essais ont été effectués avec des solutions neutres (pH de 7) et acides (pH de 4). On a rempli des sections de tuyau de 300 mm de diamètre avec de la boue abrasive contenant du quartz concassé de 13 à 19 mm et du gravier de quartz de rivière d'au moins 51 mm. Pour simuler adéquatement les conditions d'un site réel, les deux tiers des abrasifs étaient du quartz concassé, et le reste était du gravier de rivière. On a bouché les extrémités du tuyau, puis on a fixé le tuyau à un appareil basculant effectuant un arc de 83 degrés (ce qui constitue un cycle). Le tuyau a ensuite été assujéti à 50 000 cycles complets. Une vitesse des liquides moyenne de 0,9 m/s a été maintenue. On a surveillé les conditions pour maintenir un pH et des niveaux d'agrégats uniformes pendant l'expérience. Des essais ont été effectués après certains nombres de cycles.

L'objectif de cette étude était de comparer la durabilité d'un tuyau de polyéthylène à paroi lisse de 300 mm (12 po) à celle d'un tuyau en béton ordinaire du même diamètre. On a mesuré la perte d'épaisseur de paroi des 2 tuyaux. Les résultats sont présentés aux **tableaux 2a et 2b**.

TABLEAU 2A : Essai de résistance à l'abrasion de la California State University – Conditions neutres (pH de 7)

	Épaisseur initiale de la paroi (mm)	Épaisseur sacrificable de la paroi ¹ (mm)	Max. Perte maximale d'épaisseur de paroi (mm)	Pourcentage de l'épaisseur restante de la paroi sacrificable ² (%)	Résultats visibles
Tuyaux de polyéthylène de 300 mm à paroi intérieure lisse	2,8	0,89	0,53	40	La paroi montrait certains signes d'usure. La paroi n'a pas été perforée.
Tuyau en béton 300 mm	54,6	13	20	< 0	L'armature en acier aurait été exposée.

REMARQUES :

1. L'épaisseur de la paroi qui peut s'éroder avant la défaillance du tuyau.
2. Présenté sous forme de pourcentage de l'épaisseur sacrificable de la paroi et est une indication de la durée de vie restante.
3. On a utilisé des tuyaux sans armature, même si les essais sont conçus pour des tuyaux en béton armé (conformément aux applications de construction).

TABLEAU 2B : Essai de résistance à l'abrasion de la California State University – Conditions acides (pH de 4)

	Épaisseur initiale de la paroi (mm)	Épaisseur non indispensable de la paroi ¹ (mm)	Max. Perte maximale d'épaisseur de paroi (mm)	Pourcentage de l'épaisseur restante de la paroi sacrificiable ² (%)	Résultats visibles
Tuyaux de polyéthylène de 300 mm à paroi intérieure lisse	2,8	0,89	0,61	31	La paroi montrait certains signes d'usure. La paroi n'a pas été perforée.
Tuyau en béton 300 mm	54,6	13	30,5	< 0	La perte d'épaisseur de paroi était beaucoup plus élevée que dans des conditions neutres. L'armature en acier aurait été considérablement exposée ³ .

REMARQUES :

1. L'épaisseur de la paroi qui peut s'éroder avant la défaillance du tuyau.
2. Présenté sous forme de pourcentage de l'épaisseur non indispensable de la paroi et est une indication de la durée de vie restante.
3. On a utilisé des tuyaux sans armature, même si les essais sont conçus pour des tuyaux en béton armé (conformément aux applications de construction).

Ces essais ont permis de constater que même dans des conditions acides difficiles, la paroi du tuyau de polyéthylène n'a pas été perforée, et son taux d'usure a augmenté de seulement 15 % par rapport à un pH neutre. Ainsi, il restait plus de 30 % de l'épaisseur de la paroi sacrificiable après les essais. Le tuyau en béton a subi une usure considérable. Dans les environnements acides, l'usure a augmenté de plus de 50 %. Si l'on avait assujéti un tuyau en béton armé à ces essais, l'armature aurait été exposée et le tuyau se serait rompu encore plus rapidement que dans un environnement neutre.

Selon la documentation scientifique disponible, les tuyaux de PEHD offrent sans aucun doute une résistance à l'abrasion supérieure par rapport aux tuyaux faits avec d'autres matériaux. Comme on l'indique dans le document MTO Gravity Pipe Design Guidelines (référence 4), [traduction] « les longues chaînes de molécules qui composent le polymère sont capables de résister aux impacts de lourdes charges de fond » ou aux liquides abrasifs. En plus d'offrir une résistance accrue aux produits chimiques agressifs avec un pH allant de 1 à 14, les tuyaux de PEHD surpassent les autres tuyaux de matériaux différents et garantissent une longue durée de vie dans les environnements les plus difficiles.

Références :

1. Kirschmer, O., « Problems of Abrasion in Pipes », *Steinzeugin Formationen*, 1966, n° 1, pages 3 à 13.
2. Hass, D.B. et Smith, L.G., *Erosion Studies – A Report to Dupont of Canada Ltd.*, Saskatchewan Research Council, E75-7, septembre 1975.
3. Gabriel, Lester. « Abrasion Resistance of Polyethylene and Other Pipes. » California State University, Sacramento (Californie), 1990.
4. Ministère des Transports de l'Ontario, *Gravity Pipe Design Guidelines*, avril 2014.