



PONCEAUX

Table des matières

4.1	Introduction	1		
4.2	Références	1		
4.3	Éléments d'un ponceau	1		
4.4	Classification des ponceaux	2		
4.5	Choix d'un ponceau	2		
4.5.1	Considérations hydrauliques	5		
4.5.1.1	Hydrologie	5		
4.5.1.2	Hydraulique	5		
4.5.2	Considérations géotechniques	6		
4.5.2.1	Reconnaissance des sols	6		
4.5.2.2	Contraintes géotechniques	6		
4.5.3	Considérations structurales	7		
4.5.4	Ponceaux prédimensionnés	7		
4.5.4.1	Ponceau rectangulaire en béton armé (PBA)	7		
4.5.4.2	Tuyau en béton armé (TBA) et tuyau en béton non armé (TBNA)	7		
4.5.4.3	Tuyau hélicoïdal en tôle ondulée à joints agrafés	8		
4.5.4.4	Tuyau et ponceau en tôle forte ondulée en acier à joints boulonnés	8		
4.5.4.5	Tuyau en polyéthylène haute densité (PEHD)	11		
4.5.5	Ponceaux homologués	17		
4.5.5.1	Ponceaux voûtés	17		
4.5.5.2	Ponceaux rectangulaires sans goussets	17		
4.5.5.3	Ponceaux rectangulaires en béton armé à sections composées d'éléments multiples	17		
4.6	Aménagement des extrémités	17		
4.6.1	Mur para fouille	17		
4.6.2	Mur de tête et revêtement de talus	18		
4.6.2.1	Extrémité saillante	18		
4.6.2.2	Extrémité biseautée	18		
4.6.2.3	Extrémité munie d'un mur vertical	19		
4.6.3	Mur en aile	19		
4.6.4	Protection du lit du cours d'eau	19		

Liste des figures

Figure 4.3-1 Éléments d'un ponceau	2
Figure 4.4-1 Formes de ponceaux les plus utilisées	3
Figure 4.5-1A Hauteur de remblai et classe des tuyaux en béton armé (TBA) sous le réseau routier	9
Figure 4.5-1B Hauteur de remblai et classe des tuyaux en béton armé (TBA) sous une entrée privée	10
Figure 4.5-2 Hauteur de remblai et classe des tuyaux en béton non armé (TBNA)	11
Figure 4.5-3 Hauteur de remblai et calibre des tuyaux en tôle ondulée (TTO) en acier galvanisé ou aluminisé	12
Figure 4.5-4 Hauteur de remblai et calibre des tuyaux en tôle ondulée (TTO) arqués en acier	13
Figure 4.5-5 Hauteur de remblai pour les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) à profil ouvert	14
Figure 4.5-6 Hauteur de remblai pour les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) à profil fermé	15
Figure 4.6-1 Extrémité biseautée en béton préfabriquée	19
Figure 4.6-2 Extrémité biseautée de ponceau	19

Liste des tableaux

Tableau 4.5-1 Sélection des ponceaux	4
Tableau 4.5-2 Vitesse maximale d'écoulement permise dans des conditions naturelles d'écoulement sans végétation	6
Tableau 4.6-1 Revêtements en pierres	19



PONCEAUX

Table des dessins normalisés

- | | | | |
|-----|--|-----|--|
| 001 | Installation des ponceaux rectangulaires en béton armé (PBA) | 010 | Aménagement des extrémités biseautées – Ponceaux circulaires de 1200 mm et moins de diamètre |
| 002 | Installation des tuyaux en béton armé (TBA) et non armé (TBNA) – Assise en matériaux granulaires (réseau routier) | 011 | Pièce d'extrémité biseautée en béton |
| 003 | Installation des tuyaux en béton armé (TBA) et non armé (TBNA) – Assise sur terrain naturel (entrée privée) | 012 | Aménagement des extrémités avec mur vertical partiel – Ponceaux de 1000 mm et plus de hauteur ou de diamètre |
| 004 | Installation des tuyaux en tôle ondulée (TTO) circulaires – Assise en matériaux granulaires (réseau routier) | 013 | Aménagement des extrémités avec mur vertical complet – Ponceaux de toutes dimensions |
| 005 | Installation des tuyaux en tôle ondulée (TTO) et en polyéthylène haute densité (PEHD) circulaires – Assise sur terrain naturel (entrée privée) | 014 | Mur parafeuille en béton et revêtement de protection |
| 006 | Installation des tuyaux en tôle ondulée (TTO) arqués – Assise en matériaux granulaires (réseau routier) | 015 | Mur de tête et mur parafeuille en béton armé – Ponceaux circulaires ou arqués de 900 mm et moins de portée |
| 007 | Installation des tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) – Assise en matériaux granulaires (réseau routier) | 016 | Mur de tête et mur parafeuille en béton armé – Ponceaux circulaires ou arqués de diamètre ou de portée supérieur à 900 mm |
| 008 | Aménagement des extrémités saillantes – Ponceaux circulaires ou arqués de 1200 mm et moins de diamètre ou de portée | 017 | Mur de tête et parafeuille en béton armé, ponceaux circulaires ou arqués de diamètre ou de portée supérieur à 900 mm, bordereau d'armature |
| 009 | Aménagement des extrémités saillantes – Ponceaux circulaires de plus de 1200 mm jusqu'à 2400 mm de diamètre | | |



4.1 Introduction

La présente norme a pour objet de déterminer les exigences du Ministère en ce qui a trait aux ponceaux rigides et flexibles à contour fermé, aux ponceaux voûtés en béton armé ou en tôle ondulée en acier galvanisé et aux ponceaux rectangulaires en béton armé coulés en place ou préfabriqués.

Les ponceaux non couverts par la présente norme doivent faire l'objet de calculs spécifiques à la préparation de plans et devis.

4.2 Références

La présente norme renvoie à l'édition la plus récente des documents suivants :

NORMES

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING
AND MATERIALS

ASTM F894 « Standard Specification for Polyethylene (PE) Large Diameter Profile Wall Sewer and Drain Pipe ».

ASSOCIATION CANADIENNE
DE NORMALISATION

CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

BUREAU DE NORMALISATION
DU QUÉBEC

CAN/BNQ 2501–255 « Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche – Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN•m/m³) ».

BNQ 2560–114 « Travaux de génie civil – Granulats ».

BNQ 2622–126 « Tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton armé et non armé pour l'évacuation des eaux d'égout domestique et pluvial ».

BNQ 3624–120 « Tuyaux à profil ouvert et à paroi intérieure lisse en polyéthylène (PE) et raccords en polyéthylène (PE) pour les égouts pluviaux, les ponceaux et le drainage des sols ».

BNQ 7009–210 « Géotextiles utilisés en génie routier – Classification, caractéristiques et méthodes d'essai ».

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
ET DE LA MOBILITÉ DURABLE

Tome II – Construction routière.

Tome IV – Abords de route.

Tome VII – Matériaux.

AUTRE DOCUMENT

Gouvernement du Québec

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
ET DE LA MOBILITÉ DURABLE

Manuel de conception des ponceaux.

Exigences générales

Les exigences du présent chapitre s'appliquent à tous les ponceaux, peu importe leur ouverture. Toutefois, la conception des ponceaux dont la portée est supérieure à 3 m doit être réalisée conformément aux exigences de la norme CSA S6 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers ».

En ce qui concerne les matériaux, ils doivent être conformes aux exigences du *Tome VII – Matériaux*.

4.3 Éléments d'un ponceau

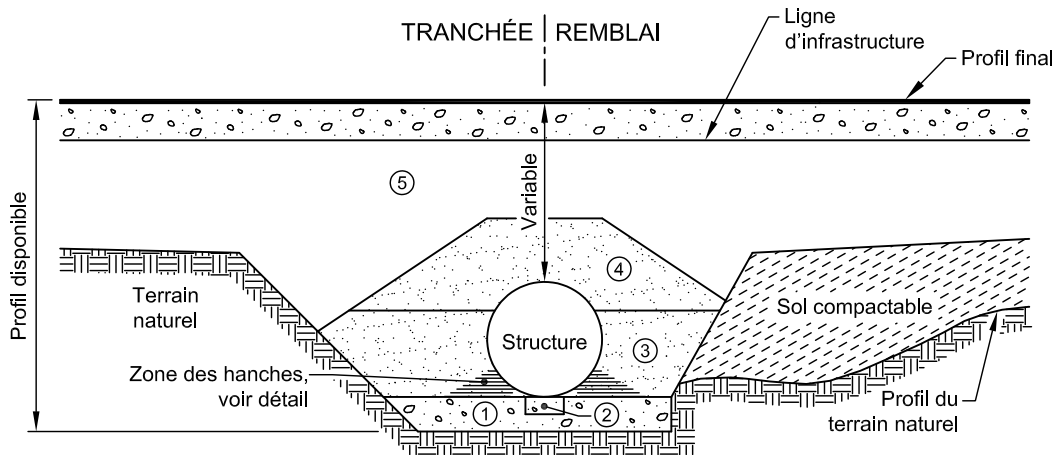
Les éléments relatifs aux ponceaux sont représentés à la figure 4.3–1.

Tous les éléments montrés à la figure 4.3–1 ne sont toutefois pas nécessairement requis pour l'aménagement d'un ponceau particulier.

PONCEAUX



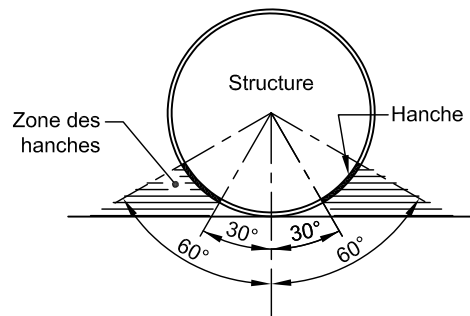
NORME



- ① Coussin de support
- ② Partie du coussin de support non densifiée
- ③ Remblai latéral
- ④ Recouvrement de protection
- ⑤ Remblayage

Note :

- le coussin de support et les remblais latéraux constituent l'assise.



DÉTAIL DE LA ZONE DES HANCHES

Figure 4.3-1
Éléments d'un ponceau

4.4 Classification des ponceaux

Les ponceaux se trouvent dans le groupe 10 du chapitre 1 « Classification des ouvrages d'art » du présent tome. Ils y sont principalement classés selon leur section transversale et le matériau dont ils sont constitués. Pour les besoins structuraux, ils se divisent en deux catégories : les ponceaux rigides (les ponceaux en béton tels que les ponceaux rectangulaires en béton armé coulés en place ou préfabriqués et les tuyaux en béton armé) et les ponceaux flexibles (les ponceaux métalliques et les ponceaux en polyéthylène haute densité).

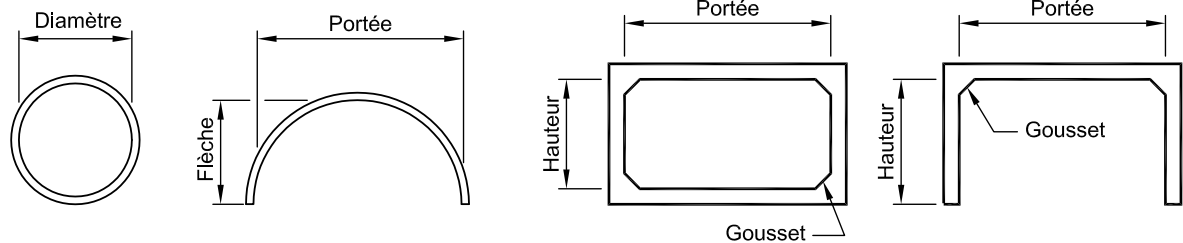
Les formes de ponceaux les plus utilisées sont montrées à la figure 4.4-1.

La section transversale d'un ponceau se définit principalement par sa forme, sa portée, sa flèche ou sa hauteur.

4.5 Choix d'un ponceau

Le choix d'un ponceau se fait à partir des considérations suivantes :

- hydrauliques, afin d'assurer le drainage adéquat de l'eau sous les routes;
- géotechniques et structurales, afin d'assurer le support des charges;
- environnementales, afin d'assurer son intégration au milieu;



CIRCULAIRE
(TBA, TTO, PEHD)

VOÛTÉ
(BA, TTO)

RECTANGULAIRE À CONTOUR
FERMÉ OU OUVERT
(PBA)

Figure 4.4-1
Formes de ponceaux les plus utilisées

- géométriques, afin de tenir compte du profil routier et de celui du cours d'eau;
- mécaniques et chimiques, afin d'assurer la résistance du ponceau à l'abrasion et à la corrosion;
- économiques, afin de minimiser les coûts de la construction et de l'entretien.

Les diamètres minimaux des ponceaux sont, selon leur emplacement, les suivants :

Localisation	Diamètre (mm)
Autoroute	900
Routes nationale, régionale ou collectrice	750
Échangeur	600
Drainage du terre-plein	600
Entrée privée	450

La conception d'un ponceau doit aussi être faite en fonction d'une vie utile de 75 ans pour les autoroutes et de 50 ans pour toutes les autres classes de routes sous lesquelles il sera placé ainsi que pour les entrées privées.

Sous les autoroutes, indépendamment de leur usage, tous les ponceaux doivent être en béton. *Pour les autres types de routes, il faut considérer l'utilisation du béton dans les cas suivants ou dans toute autre situation jugée à risque :*

- lorsque la route constitue le lien unique pour desservir une région et qu'on note l'absence d'un trajet de remplacement lors d'une coupure de la route;
- lorsqu'il y a une importante circulation de véhicules lourds transportant des matières dangereuses ou inflammables et que la route dessert un parc industriel;
- lorsqu'il y a des équipements souterrains de services publics dans l'emprise et que des travaux sur ces équipements sont susceptibles d'endommager les ponceaux;
- lorsqu'un bris du ponceau pourrait avoir des répercussions importantes sur l'environnement;
- lorsque les coûts liés à la réparation du ponceau sont prohibitifs (fort remblai, mesure de gestion de la circulation, etc.).

La sélection du ponceau s'effectue à l'aide du tableau 4.5-1, lequel présente les principales caractéristiques des ponceaux et permet au concepteur de choisir les ponceaux appropriés à un site donné.

Tableau 4.5-1
Sélection des ponceaux

Types de ponceaux	Caractéristiques										Vitesse d'écoulement maximale (m/s)
	Homologué	Prédimensionné	Fondation sur semelles	Fondation sur radier	Durée de vie minimale (ans)	Hauteur maximale de remblai (mm) ^(f)	Diamètre ou ouverture (mm)	Sensibilité aux tassements différentiels ^(d)	Pente d'installation maximale (%) ^(e, h)		
1. Ponceaux rectangulaires en BA avec goussets	-	✓	-	✓	75	8000	1200 à 6000	✓	6	6	6
2. Ponceaux rectangulaires en BA sans goussets	✓	-	-	✓	75	5000	1400 à 3500	✓	6	6	6
3. Tuyaux circulaires en BA	-	✓	-	-	75	14900	450 à 3600	✓	6	6 ⁽ⁱ⁾	6 ⁽ⁱ⁾
4. Tuyaux circulaires en béton non armé	-	✓	-	-	75	7800	450 à 900	✓	6	6	6
5. Ponceaux voûtés en BA	✓	-	✓	✓	75	^(c)	1490 à 16400	✓	6 ^(f)	6 ^(f)	6 ^(f)
6. Ponceaux voûtés en TOG	✓	-	✓	✓	75 ^(b, g)	^(c)	4000 à 16000	✓	6 ^(f)	6 ^(f)	6 ^(f)
7. Tuyaux circulaires hélicoïdaux en tôle ondulée en acier à joints agrafés	-	✓	-	-	50 ^(a)	^(c)	500 à 3600	-	2	4	4
8. Tuyaux arqués hélicoïdaux en tôle ondulée en acier à joints agrafés	-	✓	-	-	50 ^(a)	1700	450 à 4370	✓	2	4	4
9. Tuyaux et ponceaux en tôle forte ondulée en acier à joints boulonnés	-	✓	-	-	50 ^(b)	^(c)	1500 à 8050	-	2	4	4
10. Tuyaux circulaires en PEHD à profil ouvert	-	✓	-	-	50	7000	450 à 1500	-	6	6 ⁽ⁱ⁾	6 ⁽ⁱ⁾
11. Tuyaux circulaires en PEHD à profil fermé	-	✓	-	-	50	13400	450 à 3350	-	6	6	6
12. Ponceaux rectangulaires en BA à sections composées d'éléments multiples	✓	-	✓	✓	75	^(c)	3000 à 12000	✓	6	6	6

- BA : béton armé
 PEHD : polyéthylène haute densité
 TOG : tôle ondulée en acier galvanisé
- : sans objet ou non recommandé
 - ✓ : applicable
- a : Aluminisé ou galvanisé avec un revêtement de type strate de polymère
 b : Galvanisé ou avec un revêtement de type copolymère thermoplastique
 c : Conception par le fournisseur
 d : Étude géotechnique requise
 e : Au-delà de 3 %, les extrémités du ponceau doivent être ancrées au sol. Des aménagements additionnels doivent être prévus aux extrémités du ponceau pour dissiper l'énergie.
 f : Limite pour la fondation sur radier
- g : Ponceau homologué sur piédestaux en béton. Le niveau du dessus des piédestaux doit correspondre au niveau des eaux hautes pour une période de retour de deux ans.
 h : Une pente supérieure est admissible en présence d'aménagements à l'intérieur du ponceau pour réduire les vitesses.
 i : Le diamètre minimal du tuyau circulaire en BA ou en PEHD est de 300 mm pour un égout pluvial. Pour un raccord de puisard, le diamètre minimal est de 250 mm pour le tuyau circulaire en BA et de 200 mm pour le tuyau en PEHD à profil ouvert.
 j : La hauteur de remblai varie en fonction du diamètre ou de l'ouverture du ponceau.

- Notes :**
- la grille ne constituant qu'une synthèse, il est important de se reporter au contenu de la présente norme;
 - les hauteurs minimales de remblai sont présentées aux dessins normalisés en fonction du type de ponceau et de ses dimensions. Pour les ponceaux homologués, la hauteur minimale de remblai est mentionnée dans les avis techniques de chaque ponceau. Elle est généralement de 600 mm;
 - les revêtements de type strate de polymère et copolymère thermoplastique des tôles ne doivent pas être utilisés en présence de marée.

Contenu normatif

PONCEAUX

NORME

Les principales caractéristiques des ponceaux sont les suivantes (leur numérotation fait référence aux colonnes du tableau) :

1- Homologué

Le terme homologué signifie que l'entreprise a suivi les procédures établies par le Ministère et que ce dernier a accepté le système proposé. Dans ce cas, le ponceau est inscrit sur la liste des ponceaux homologués du Ministère.

Ce type de ponceau fait généralement l'objet d'un ou de plusieurs brevets.

2- Prédimensionné

Le terme prédimensionné signifie que la conception du ponceau est prédéterminée en fonction des conditions du site.

3 et 4- Fondation

Ces colonnes indiquent si les fondations du ponceau sont sur semelles ou sur radier.

5- Durée de vie

La durée de vie prévue du ponceau, égale ou supérieure à 75 ans (autoroutes) ou 50 ans (autres routes) dans les conditions normales de service.

6- Hauteur maximale de remblai

La hauteur maximale de remblai qui a été prédimensionnée ou préapprouvée. Pour certains ponceaux, cette hauteur est à déterminer par le fournisseur.

7- Diamètre ou ouverture

Le diamètre ou l'ouverture (intérieure) du ponceau.

8- Sensibilité aux tassements différentiels

La sensibilité des ponceaux, du point de vue structural, aux tassements différentiels s'ils sont installés sur des sols de mauvaise qualité.

9- Pente d'installation maximale

Les pentes d'installation permises.

10- Vitesse d'écoulement maximale

La vitesse de conception maximale permise.

4.5.1 Considérations hydrauliques

4.5.1.1 Hydrologie

Les calculs du débit de conception et du risque de dépassement sont expliqués au chapitre 2 « Conception des ouvrages d'art » du présent tome.

4.5.1.2 Hydraulique

Le concepteur choisit le ponceau en fonction du débit d'eau à drainer, lequel est déterminé par l'étude hydrologique, ainsi que par les contraintes locales telles que les conditions admissibles de niveau d'eau, les vitesses d'écoulement, le niveau du profil de la route et le niveau du lit du cours d'eau.

A. Niveaux d'eau

Le concepteur doit s'assurer que le niveau des eaux hautes de conception ($E.H._C$) est inférieur au niveau des eaux hautes admissibles ($E.H._{ADM}$).

Le niveau des eaux hautes admissibles ($E.H._{ADM}$) à l'amont d'un ponceau doit correspondre au plus élevé des deux niveaux suivants :

- le niveau des eaux hautes généralement observé sur le site de l'étude;
- le niveau qui correspond à une cote de 300 mm inférieure à celle du niveau des berges.

L'écoulement doit s'effectuer à surface libre, donc sans charge dans le ponceau à l'occasion des crues de conception. Cela signifie que l'élévation du niveau d'eau à l'amont et à l'aval du ponceau doit être inférieure à l'élévation de la couronne du ponceau.

B. Vitesses d'écoulement

– À l'intérieur du ponceau

La vitesse d'écoulement dans les ponceaux doit être vérifiée en tenant compte de leur pente d'installation.

Le concepteur devrait accorder une attention particulière aux problèmes d'abrasion qui sont directement liés à la vitesse d'écoulement et à la nature des eaux véhiculées.

À l'étape de la conception, il faut aussi tenir compte des restrictions de vitesse pour favoriser la montaison de poissons, s'il y a lieu.

– Aux extrémités du ponceau

Lorsque les vitesses d'écoulement deviennent supérieures à celles du tableau 4.5–2, une protection additionnelle doit y être aménagée selon la section 4.6.4. Il est important de noter que les vitesses

maximales d'écoulement permises sont applicables pour la pleine section transversale du cours d'eau. Ces valeurs doivent être multipliées par 1,3 pour déterminer la vitesse à l'intérieur du ponceau.

C. Niveau du lit du cours d'eau

Dans le cas où le libre passage du poisson doit être assuré, le positionnement du dessus du radier du ponceau par rapport au lit du cours d'eau est déterminé selon le type d'aménagement faunique mis en place (ponceau à refoulement, ponceau à simulation de cours d'eau, ponceau à déversoirs, etc.).

Lorsque le libre passage du poisson n'a pas à être assuré, le dessus du radier du ponceau est placé au niveau du lit naturel. Cela s'applique également en présence de roc.

4.5.2 Considérations géotechniques

4.5.2.1 Caractérisation des sols

Une caractérisation des sols de fondation doit être réalisée avant de construire un ponceau. Cette caractérisation sera plus ou moins détaillée selon l'importance de l'ouvrage, la hauteur des remblais d'approche, la nature des sols en place et la forme du ponceau. Le remplacement d'un ouvrage avec augmentation des charges appliquées au sol (modification de la hauteur ou de la largeur des remblais, de la nature ou de la compacité des matériaux de remblai, de l'emplacement du ponceau ou la diminution de son diamètre, etc.) nécessite une étude géotechnique sur les sols fins (argiles et silts) ainsi que sur les sols organiques.

4.5.2.2 Contraintes géotechniques

Les ponceaux sont utilisés sur tous les types de sols en tenant compte des spécifications suivantes :

Sur le roc

- Le ponceau rectangulaire en béton armé est généralement utilisé. Le radier ou les semelles doivent être coulés sur le roc.

Tableau 4.5–2

Vitesse maximale d'écoulement permise dans des conditions naturelles d'écoulement sans végétation

Matériau du lit du cours d'eau	Vitesse d'écoulement maximale permise (m/s) ⁽¹⁾	
	Eau chargée de silt	Eau chargée de sable et de gravier
Argile ferme	1,5	0,9
Silt argileux	1,5	0,9
Silt sableux	1,1	0,6
Silt et cailloux	1,7	1,5
Sable fin	0,8	0,5
Gravier fin	1,5	1,1
Gravier grossier	1,8	2,0
Cailloux	1,7	2,0
Schiste argileux	1,8	1,5

1. Les vitesses d'écoulement permises dans ce tableau sont applicables pour des cours d'eau rectilignes. Pour des cours d'eau sinueux, il faut multiplier les valeurs par un coefficient de 0,85.



- Les tuyaux doivent reposer sur un coussin de support en matériaux granulaires mis en place après excavation du roc.

Sur les sols granulaires (sable, gravier et till)

- Tous les types de ponceaux peuvent être utilisés.

Sur les sols fins (silt et argile) ou organiques

- Les ponceaux flexibles (TTO et PEHD) sont généralement utilisés.
- Une étude géotechnique est requise pour l'installation des ponceaux en béton armé (PBA et TBA).
- La nécessité de donner une cambrure au ponceau sera déterminée en fonction des tassements anticipés à l'étude géotechnique.

4.5.3 Considérations structurales

Les ponceaux doivent être en mesure de supporter les charges qui les sollicitent selon leurs conditions d'installation. Un type d'installation est normalisé pour chaque type de ponceau (dessins normalisés 001 à 007).

Les figures 4.5–1A à 4.5–6 présentent les hauteurs de remblai admissibles au-dessus des différents types de ponceaux. Ces figures tiennent compte uniquement des besoins structuraux pour supporter les charges. Le concepteur doit en plus considérer, lors du choix définitif, les effets de l'abrasion et de la corrosion.

Les hauteurs de remblai admissibles ont été déterminées en considérant une installation en remblai. Pour une installation en tranchée ou pour une insertion, les hauteurs peuvent être différentes.

4.5.4 Ponceaux prédimensionnés

4.5.4.1 Ponceau rectangulaire en béton armé (PBA)

Ces ponceaux peuvent être coulés en place ou préfabriqués. Ils sont utilisés pour canaliser des débits importants là où le niveau des eaux hautes admissibles (E.H._{ADM}) à l'amont est limité ou lorsque le lit du cours d'eau est large. La largeur d'écoulement est constante indépendamment du niveau d'eau. Ces ponceaux peuvent être placés sous de faibles hauteurs de remblai.

Ces ponceaux sont classés selon leurs dimensions et la hauteur de remblai. Ils sont prédimensionnés pour des ouvertures de 1,2 à 6 m. Les plans types sont présentés au chapitre 7 « Considérations structurales » du Manuel de conception des ponceaux du Ministère.

La dalle supérieure d'un ponceau recouvert d'un remblai de moins de 1 m doit être protégée par une membrane d'étanchéité. La membrane doit être prolongée de 150 mm vers le bas des murs verticaux et être relevée de 50 mm le long des murs de tête.

L'installation de ce type de ponceau est présentée au dessin normalisé 001.

4.5.4.2 Tuyau en béton armé (TBA) et tuyau en béton non armé (TBNA)

Ces ponceaux sont constitués de sections de tuyaux en béton armé ou non armé. La largeur d'écoulement varie en fonction du niveau d'eau dans le tuyau.

Les tuyaux en béton armé appartiennent aux classes III, IV et V définies dans la norme BNQ 2622–126 « Tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton armé et non armé pour l'évacuation des eaux d'égout domestique et pluvial ».

Les figures 4.5–1A, 4.5–1B et 4.5–2 permettent de choisir la classe du tuyau en fonction de la hauteur de remblai et du type d'installation.

PONCEAUX



NORME

En ce qui a trait aux tuyaux en béton non armé, seuls ceux présentés à la figure 4.5-2 sont normalisés.

Les joints entre les éléments doivent être étanches ou recouverts d'une bande de géotextile d'une largeur de 1 m et d'une longueur égale à 1,3 fois le périmètre extérieur de l'ouvrage.

La moitié supérieure du périmètre d'un tuyau de 1500 mm et plus de diamètre nominal, recouvert d'un remblai de moins de 1 m à son point le plus élevé, doit être protégée par une membrane d'étanchéité. Cette exigence ne s'applique pas dans le cas des ponceaux installés sous une entrée privée.

L'installation de ces types de ponceaux est montrée aux dessins normalisés 002 et 003, selon qu'ils se situent sous le réseau routier ou sous une entrée privée.

4.5.4.3 Tuyau hélicoïdal en tôle ondulée à joints agrafés

Ces ponceaux, de forme circulaire ou arquée, sont constitués de sections de tuyaux en tôle ondulée à joints agrafés. Les parois des tuyaux en tôle ondulée doivent être en acier aluminisé ou en acier galvanisé avec un revêtement de type strate de polymère.

Le revêtement de type strate de polymère ne doit pas être utilisé en présence de marée.

Les ponceaux de forme circulaire sont utilisés dans toutes les conditions. La largeur d'écoulement varie en fonction du niveau d'eau dans le tuyau.

Les ponceaux de forme arquée sont utilisés sous de faibles hauteurs de remblai. Ils permettent une largeur d'écoulement supérieure à celle des ponceaux de forme circulaire pour la même hauteur d'écoulement. En raison des pressions très élevées qui peuvent se développer dans la zone des hanches, la mise en place du tuyau arqué nécessite une reconnaissance des sols de fondation, sauf dans les cas indiqués à la figure 4.5-4.

Les tuyaux en tôle ondulée en acier (de 3000 mm et moins de diamètre) doivent être conformes à la norme 7101 «Tuyaux en tôle ondulée ou nervurée et en tôle forte ondulée» du *Tome VII – Matériaux*.

Le choix de l'épaisseur des tôles est fonction du type d'assise, du diamètre de la conduite, de l'ondulation et de la hauteur du remblai au-dessus du tuyau. Les figures 4.5-3 et 4.5-4 présentent les hauteurs de remblai admissibles en fonction de ces paramètres.

Les joints doivent être étanches ou recouverts d'une bande de géotextile d'une largeur de 1 m et d'une longueur égale à 1,3 fois le périmètre extérieur de l'ouvrage.

Les tôles aluminisées mises en contact avec du béton coulé en place doivent être protégées par la pose d'une membrane autocollante pour joints.

L'installation de ces ponceaux est présentée aux dessins normalisés 004, 005 et 006.

4.5.4.4 Tuyau et ponceau en tôle forte ondulée en acier à joints boulonnés

Ces ponceaux, de forme circulaire, elliptique, arquée ou voûtée, sont constitués de plaques d'acier galvanisé ou avec un revêtement de type copolymère thermoplastique.

Le revêtement de type copolymère thermoplastique ne doit pas être utilisé en présence de marée.

Les ponceaux voûtés en tôle forte doivent reposer sur un radier ou des semelles coulées en place avec ou sans piédestaux. La profondeur des semelles des ponceaux voûtés en rivière qui reposent sur un matériau granulaire doit être déterminée en considérant l'affouillement.

Les tuyaux en tôle forte ondulée doivent être conformes à la norme 7101 «Tuyaux en tôle ondulée ou nervurée et en tôle forte ondulée» du *Tome VII – Matériaux* pour les ouvertures de 3000 mm et moins.

Les tôles doivent posséder une épaisseur minimale de 5 mm.



Tuyau en béton armé (TBA)

Diamètre nominal (mm)	Hauteur minimale de remblai (m)	Hauteur maximale de remblai (m)		
		Classe III	Classe IV	Classe V
250 ⁽¹⁾	0,6	6,3	9,8	13,9
300 ⁽¹⁾	0,6	6,4	10,0	14,1
375 ⁽¹⁾	0,6	6,6	10,3	14,5
450	0,6	6,7	10,5	14,8
525	0,6	6,7	10,5	14,9
600	0,6	6,7	10,6	14,9
675	0,6	6,7	10,6	14,9
750	0,6	6,7	10,5	14,9
825	0,6	6,7	10,5	14,8
900	0,6	6,6	10,4	14,7
975	0,6	6,6	10,4	14,7
1050	0,6	6,6	10,4	14,7
1200	0,6	6,6	10,4	14,7
1350	0,6	6,6	10,4	14,7
1500	0,6	6,5	10,3	14,6
1650	0,6	6,5	10,3	14,5
1800	0,6	6,4	10,2	14,4
1950	0,6	6,4	10,2	14,4
2100	0,6	6,4	10,1	14,3
2250	0,6	6,3	10,1	14,3
2400	0,6	6,3	10,0	14,2
2550	0,6	6,3	10,0	14,2
2700	0,6	6,2	9,9	14,1
2850	0,6	6,2	9,9	14,1
3000	0,6	6,1	9,8	14,0
3150	0,6	6,1	9,8	13,9
3300	0,6	6,1	9,7	13,8
3450	0,6	6,0	9,7	13,8
3600	0,6	6,0	9,6	13,7

1. Les 3 diamètres (250, 300 et 375 mm) ne sont utilisés que pour un raccord de puisard ou un égout pluvial. Le diamètre minimal pour un raccord de puisard est de 250 mm. Le diamètre minimal pour un égout pluvial est de 300 mm.

Note :

– le tableau de cette figure est valide pour le type d'installation montré au dessin normalisé 002.

Caractéristiques de conception :

Surcharge : CL-625

$\gamma_{\text{sol}} = 22 \text{ kN/m}^3$

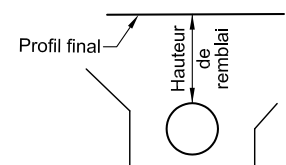


Figure 4.5–1A

Hauteur de remblai et classe des tuyaux en béton armé (TBA) sous le réseau routier



PONCEAUX

NORME

Tuyau en béton armé (TBA)

Diamètre nominal (mm)	Hauteur minimale de remblai (m)	Hauteur maximale de remblai (m)		
		Classe III	Classe IV	Classe V
250 ⁽¹⁾	0,6	2,0	3,4	4,9
300 ⁽¹⁾	0,6	2,0	3,5	5,0
375 ⁽¹⁾	0,6	2,1	3,7	5,3
450	0,6	2,2	3,8	5,5
525	0,6	2,3	3,9	5,5
600	0,6	2,3	3,9	5,6
675	0,6	2,4	4,0	5,7
750	0,6	2,4	4,0	5,7
825	0,6	2,4	4,0	5,8
900	0,6	2,5	4,1	5,8
975	0,6	2,5	4,1	5,8
1050	0,6	2,5	4,1	5,9
1200	0,6	2,5	4,1	5,9
1350	0,6	2,5	4,1	5,9
1500	0,6	2,5	4,1	5,9
1650	0,6	2,5	4,1	5,9
1800	0,6	2,5	4,1	5,9
1950	0,6	2,5	4,1	5,9
2100	0,6	2,5	4,1	5,9
2250	0,6	2,5	4,1	5,9
2400	0,6	2,5	4,1	5,9
2550	0,6	2,5	4,1	5,9
2700	0,6	2,5	4,1	5,9
2850	0,6	2,5	4,1	5,9
3000	0,6	2,4	4,1	5,9
3150	0,6	2,4	4,0	5,9
3300	0,6	2,4	4,0	5,9
3450	0,6	2,4	4,0	5,9
3600	0,6	2,4	4,1	6,0

1. Les 3 diamètres (250, 300 et 375 mm) ne sont utilisés que pour un raccord de puisard ou un égout pluvial. Le diamètre minimal pour un raccord de puisard est de 250 mm. Le diamètre minimal pour un égout pluvial est de 300 mm.

Note :

– le tableau de cette figure est valide pour le type d'installation montré au dessin normalisé 003.

Caractéristiques de conception :

Surcharge : CL-625

$\gamma_{\text{sol}} = 22 \text{ kN/m}^3$

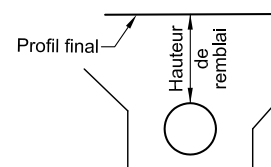


Figure 4.5–1B

Hauteur de remblai et classe des tuyaux en béton armé (TBA) sous une entrée privée



Tuyau en béton non armé (TBNA)

Diamètre nominal (mm)	Classe	Hauteur de remblai (m)		
		Minimale pour permettre la circulation des véhicules (m)	Maximale pour entrée privée (m)	Maximale pour réseau routier (m)
250 ⁽¹⁾	V	0,6	4,0	11,5
300 ⁽¹⁾	V	0,6	4,1	11,9
375 ⁽¹⁾	V	0,6	4,3	12,1
450	III	0,6	2,5	7,5
525	III	0,6	2,5	7,5
600	III	0,6	2,6	7,5
675	III	0,6	2,4	7,0
750	III	0,6	2,2	6,4
900	III	0,6	1,9	5,6

1. Les 3 diamètres (250, 300 et 375 mm) ne sont utilisés que pour un raccord de puisard ou un égout pluvial. Le diamètre minimal pour un raccord de puisard est de 250 mm. Le diamètre minimal pour un égout pluvial est de 300 mm.

Note :

– le tableau de cette figure est valide pour les types d'installations montrés aux dessins normalisés 002 et 003.

Caractéristiques de conception :

Surcharge : CL-625

$\gamma_{\text{sol}} = 22 \text{ kN/m}^3$

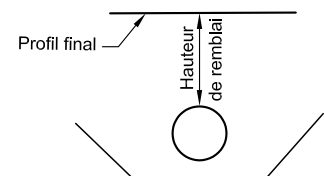


Figure 4.5–2

Hauteur de remblai et classe des tuyaux en béton non armé (TBNA)

4.5.4.5 Tuyau en polyéthylène haute densité (PEHD)

Les tuyaux utilisés comme ponceaux, sous le réseau routier ou sous une entrée privée, sont constitués de sections de tuyaux de forme circulaire en PEHD à double paroi.

Les tuyaux en PEHD à profil ouvert (paroi intérieure lisse et paroi extérieure annelée) doivent être conformes à la norme BNQ 3624–120 type 1 (tuyau non perforé). Ils appartiennent à la classe A et sont répartis, en fonction de leur diamètre, en catégories respectant le tableau 1 de cette norme BNQ.

Les tuyaux en PEHD à profil fermé (paroi intérieure et paroi extérieure lisses) doivent être conformes à la norme ASTM F894 et avoir une constante de rigidité circonférentielle (*Ring Stiffness Constant* [RSC]) de 160 pour

les diamètres de 840 mm et moins ou une RSC de 250 pour les diamètres supérieurs à 840 mm.

La pente d'installation maximale des tuyaux en PEHD est de 6 %.

La figure 4.5–5 présente les hauteurs de remblai admissibles en fonction du diamètre et de la catégorie des tuyaux en PEHD à profil ouvert.


La figure 4.5–6 présente les hauteurs de remblai admissibles en fonction du diamètre et de la RSC des tuyaux en PEHD à profil fermé.

Les joints doivent être étanches ou recouverts d'une bande de géotextile de 1 m de largeur et d'une longueur égale à 1,3 fois le périmètre extérieur de l'ouvrage.

Les dessins normalisés 005 et 007 montrent l'installation de ce type de ponceau.



Portée (mm)	Hauteur (mm)	Diamètre équivalent (mm)	Ondulation	Hauteur de remblai (m)			
				1	2	3	
				Épaisseur du métal (mm)			
450	340	400	68 × 13	Remblai minimal permettant la circulation des véhicules	1,7	1,6	Calculs structureux requis
560	420	500			1,6	1,6	
680	500	600			1,5	1,6	
800	580	700			1,5	1,6	
910	660	800			1,4	1,6	
1030	740	900			1,3	1,6	
1150	820	1000			1,2	2,0	
1390	970	1200			1,1	2,8	
1630	1120	1400			1	3,5	
1880	1260	1600				3,5	
2130	1400	1800				3,5	

 Zone où une reconnaissance des sols est requise pour les sols organiques.

Notes :

- les valeurs indiquées dans ce tableau tiennent compte uniquement des besoins structureux pour supporter les charges (charge permanente et surcharge CL-625);
- d'autres facteurs, tels que l'abrasion et la corrosion, peuvent influencer le choix de l'épaisseur des tôles;
- la pression maximale dans les coins est de 200 kPa;
- cette figure est valide pour le type d'installation montré au dessin normalisé 006.

Caractéristiques de conception :

Acier : $F_y = 230 \text{ MPa}$

$E = 200\,000 \text{ MPa}$

Surcharge : CL-625

$\gamma_{\text{sol}} = 21 \text{ kN/m}^3$

$E'_{\text{sol}} = 14\,000 \text{ kPa}$

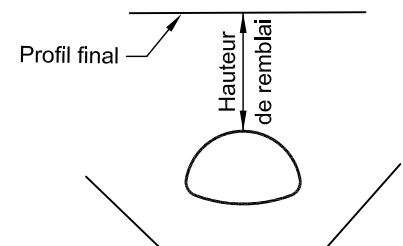


Figure 4.5–4

Hauteur de remblai et calibre des tuyaux en tôle ondulée (TTO) arqués en acier

PONCEAUX

NORME

Diamètre nominal « D » (mm)	Catégorie	Circulation de matériel de compactage	Circulation de véhicule			
		Épaisseur minimale « y » ⁽¹⁾ (m)	Réseau routier		Entrée privée	
			Épaisseur minimale « y » ⁽¹⁾ (m)	Remblai maximal (m)	Épaisseur minimale « y » ⁽¹⁾ (m)	Remblai maximal (m)
450	R320	0,3	0,6	6,7	0,65	2,74
525	R320	0,3	0,6	6,1	0,65	2,74
600	R320	0,3	0,6	7,01	0,65	2,74
750	R320	0,3	0,6	6,4	0,65	2,74
900	R320	0,3	0,6	6,1	0,65	2,74
1050	R140	D/4 + 0,3	0,6	4,27	0,65	1,83
1200	R125	D/4 + 0,3	0,6	4,57	0,65	1,83
1350 ⁽²⁾	R110	—	—	—	—	—
1500	R95	0,6	0,6	4,27	0,65	1,83

1. Voir la note 4 du dessin normalisé 007 dans le cas d'un réseau routier et la note 2 du dessin normalisé 005 dans le cas d'une entrée privée.

2. Le tuyau d'un diamètre de 1350 mm n'est pas disponible au Canada.

Notes :

- cette figure est valide seulement pour les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) à profil ouvert;
- les hauteurs maximales de remblai ont été calculées selon la norme « AASHTO LRFD Bridge Design Specifications »;
- les valeurs indiquées dans ce tableau tiennent compte uniquement des besoins structuraux pour supporter les charges appliquées (charge permanente et surcharge CL-625);
- les calculs ne tiennent compte d'aucune pression hydrostatique. La présence d'une nappe phréatique peut nécessiter un ajustement à la baisse de ces hauteurs. Dans ce cas, l'ingénieur concepteur doit faire une vérification des calculs en fonction des conditions du site;
- aucune charge sismique n'a été considérée;
- l'installation des tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) doit être conforme au dessin normalisé 005 sous les entrées privées et au dessin normalisé 007 sous le réseau routier;
- l'utilisation de ce tableau est sous la responsabilité entière de l'ingénieur concepteur. Il doit effectuer toutes les vérifications nécessaires.

Caractéristiques de conception :

Polyéthylène

	Initial	50 ans
F_y (MPa)	20,68	6,21
E (MPa)	758,42	151,68

Surcharge : CL-625

 $\gamma_{\text{sol}} = 22 \text{ kN/m}^3$

Coefficient de Poisson du sol : 0,45 pour le réseau routier et 0,3 pour l'entrée privée.

Figure 4.5–5

Hauteur de remblai pour les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) à profil ouvert



Diamètre nominal « D » (mm)	Ring Stiffness Constant (RSC)	Circulation de matériel de compactage ⁽²⁾	Circulation de véhicule				
			Remblai minimal « y » ⁽¹⁾ (m)	Réseau routier		Entrée privée	
				Remblai minimal (m)	Remblai maximal (m)	Remblai minimal (m)	Remblai maximal (m)
455	160	0,3	0,76	13,4	1,0	7,0	
495		0,3	0,76	13,4	1,0	7,0	
535		0,3	0,76	13,4	1,0	7,0	
610		0,3	0,76	10,7	1,0	7,0	
685		0,3	0,76	10,7	1,0	6,4	
760		0,3	0,76	9,4	1,0	6,4	
840		0,3	0,76	9,4	1,0	6,4	
910	250	0,3	0,85	8,2	1,0	5,8	
1020		0,3	0,85	8,2	1,0	5,8	
1070		0,3	0,85	8,2	1,0	5,8	
1220		0,3	0,76	7,9	1,0	5,5	
1370		0,3	0,76	7,9	1,0	5,5	
1520		0,3	0,76	7,9	0,91	5,2	
1680		0,3	0,76	7,6	0,91	5,2	
1830		0,3	0,76	7,6	0,91	4,9	
1980		0,3	0,76	7,3	0,91	4,9	
2130		0,3	0,76	7,3	0,91	4,9	
2290		0,3	0,76	7,3	0,91	4,9	
2440		0,3	0,76	7,0	0,91	4,6	
2590		0,3	0,76	7,0	0,91	4,6	
2740		0,3	0,76	7,0	0,91	4,6	
2900		0,3	0,76	7,0	0,91	4,6	
3050		0,3	0,76	7,0	0,91	4,3	
3200		0,3	0,76	6,7	0,91	4,3	
3350	0,3	0,76	6,7	0,91	4,3		

(suite page suivante)

Figure 4.5–6
Hauteur de remblai pour les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) à profil fermé

Tome III
Chapitre 4
Page 16
Date 2022 01 30

PONCEAUX

NORME

1. Voir les dessins normalisés 005 et 007.
2. Les épaisseurs minimales du remblai requises lors de l'installation du tuyau pour permettre la circulation du matériel de compactage données dans ce tableau sont basées sur une charge de 50 kN. Pour des charges de compactage plus importantes, ces valeurs doivent être validées par le concepteur du projet.

Notes :

- cette figure est valide seulement pour les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) à profil fermé (ASTM F894);
- les hauteurs maximales de remblai ont été calculées selon la norme « AASHTO LRFD Bridge Design Specifications » en considérant un sol de type « Sn-95 » pour le réseau routier et « Sn-90 » pour l'entrée privée;
- les valeurs paraissant dans ce tableau tiennent compte uniquement des besoins structuraux pour supporter les charges appliquées (charge permanente et surcharge CL-625);
- les calculs ne tiennent compte d'aucune pression hydrostatique. La présence d'une nappe phréatique peut nécessiter un ajustement à la baisse de ces hauteurs. Dans ce cas, l'ingénieur concepteur doit faire une vérification des calculs en fonction des conditions du site;
- aucune charge sismique n'a été considérée;
- les épaisseurs maximales de remblai présentées dans ce tableau sont mesurées du dessus du tuyau jusqu'à la surface finie (surface de roulement), et ce, pour le cas d'une chaussée flexible ou rigide;
- les épaisseurs minimales de remblai présentées dans ce tableau sont mesurées du dessus du tuyau jusqu'au-dessus de la couche de base pour une chaussée flexible et jusqu'au-dessus de la surface de roulement pour une chaussée rigide. Si l'épaisseur minimale est plus grande que 300 mm, l'épaisseur finale de remblai minimale peut être réduite de l'épaisseur de la surface de roulement rigide sans être inférieure à 300 mm;
- l'installation des tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) doit être conforme au dessin normalisé 005 sous les entrées privées et au dessin normalisé 007 sous le réseau routier;
- l'utilisation de ce tableau est sous la responsabilité entière de l'ingénieur concepteur. Il doit effectuer toutes les vérifications nécessaires.

Caractéristiques de conception :

Polyéthylène

	Initial	50 ans
Fy (MPa)	20,68	6,21
E (MPa)	758,42	151,68

Surcharge : CL-625

$\gamma_{\text{sol}} = 22 \text{ kN/m}^3$

Coefficient de Poisson du sol : 0,45 pour le réseau routier et 0,3 pour l'entrée privée

Figure 4.5–6 (suite et fin)

Hauteur de remblai pour les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) à profil fermé

4.5.5 Ponceaux homologués

Les ponceaux homologués par le Ministère sont de trois types : voûtés, rectangulaires sans goussets et rectangulaires en BA à sections composées d'éléments multiples.

Un ponceau est homologué lorsque le fournisseur s'est conformé aux exigences du programme d'homologation « Ponceaux – Programme d'homologation, HOM-5620-100 » du Ministère. Un ponceau homologué est inscrit sur la liste d'homologation du Ministère.

Chaque type de ponceau est présenté au moyen d'un avis technique qui comprend :

- la description du ponceau;
- un croquis du ponceau;
- ses principales caractéristiques;
- les exigences du Ministère.

Ces avis techniques sont disponibles sur le site Web du Ministère.

La hauteur maximale de remblai est fixée par le fournisseur.

4.5.5.1 Ponceaux voûtés

Les ponceaux voûtés sont de formes diverses. Ils peuvent aussi être utilisés comme passages pour animaux, passages pour piétons et cyclistes, abris pour entreposage, conduits souterrains, etc. Ils peuvent être fondés sur semelles ou sur radier. Ils sont fabriqués en béton ou en acier.

4.5.5.2 Ponceaux rectangulaires sans goussets

Comme leur nom l'indique, ce sont des ponceaux de forme rectangulaire sans goussets. Ils peuvent être utilisés pour les mêmes usages que les ponceaux voûtés. Ces ponceaux sont constitués d'éléments de type caisson, en béton armé, préfabriqués en usine.

4.5.5.3 Ponceaux rectangulaires en béton armé à sections composées d'éléments multiples

Ces ponceaux rectangulaires peuvent être utilisés pour les mêmes usages que les ponceaux voûtés. Ils sont constitués d'éléments préfabriqués en usine, en béton armé.

4.6 Aménagement des extrémités

Les extrémités d'un ponceau doivent être protégées par des murs parafoilles et des murs de tête ou des revêtements de talus. Ces aménagements peuvent être complétés par la mise en place de murs en aile et d'une protection dans le lit du cours d'eau. Les murs de tête et les revêtements de talus sont conçus pour :

- protéger les extrémités du ponceau contre l'affouillement et les remblais contre l'érosion;
- augmenter la performance hydraulique du ponceau;
- empêcher le déplacement des extrémités du ponceau;
- retenir le remblai.

4.6.1 Mur parafeuille

Un mur parafeuille doit être installé à chacune des extrémités d'un ponceau, comme le montrent les dessins normalisés 008 à 013. Il peut être constitué de béton, de métal ou de bois. Le mur parafeuille du ponceau rectangulaire en béton armé (PBA) fait partie intégrante du ponceau; il est donc de la même largeur.

La hauteur minimale du mur parafeuille sous le radier est de :

- 400 mm pour les PBA rectangulaires et les ponceaux circulaires ou arqués de portée ou de diamètre de 900 mm et moins;

PONCEAUX

NORME

- 600 mm pour les PBA rectangulaires et les ponceaux circulaires ou arqués de portée variant de 1000 à 1200 mm;
- 1000 mm pour les autres ponceaux.

Dans tous les cas, le mur parafeuille doit également être enfoui à 200 mm sous l'enrochement.

Cette hauteur peut être moindre en présence de roc et plus importante en présence d'affouillement. Le mur parafeuille, dans ce dernier cas, doit être prolongé d'au moins 500 mm sous la fosse d'affouillement.

Il est recommandé d'ancrer l'extrémité des ponceaux en tôle ondulée ou en polyéthylène au mur parafeuille afin d'éviter le soulèvement de l'extrémité.

4.6.2 Mur de tête et revêtement de talus

La protection des extrémités d'un ponceau est assurée par des murs verticaux, un revêtement de talus ou une combinaison des deux.

Les murs verticaux sont généralement constitués de pierres calibrées, de sacs de sable-ciment, de gabions, de blocs de remblai en béton, de béton ou d'acier. Leur hauteur est variable.

Les revêtements de talus sont généralement constitués de plaques de gazon, de pierres, de sacs de sable-ciment, de matelas de gabions, de pavés de béton à effet autobloquant ou de dalles en béton.

L'extrémité du ponceau à protéger peut être saillante, biseautée ou munie d'un mur vertical.

4.6.2.1 Extrémité saillante

L'extrémité du ponceau est saillante lorsque celui-ci se prolonge en dehors du remblai sans tenir compte de la pente du talus. L'utilisation de ce type d'extrémité est limitée aux routes à caractère rural et lorsque la hauteur du remblai au-dessus du ponceau est égale ou supérieure à la hauteur du ponceau.

La protection aux extrémités des ponceaux circulaires ou arqués de portée égale ou inférieure à 1200 mm est représentée au dessin normalisé 008. Le dessin normalisé 009 montre la protection des ponceaux circulaires dont le diamètre varie de plus de 1200 à 2400 mm.

4.6.2.2 Extrémité biseautée

Le recours à l'extrémité biseautée d'un ponceau consiste soit à utiliser une extrémité biseautée en béton préfabriquée, soit à couper en usine l'extrémité de la dernière section de tuyau du ponceau.

L'extrémité biseautée en béton préfabriquée doit être utilisée lorsque le ponceau est réalisé avec des tuyaux en béton armé. Par ailleurs, pour les tuyaux en tôle ondulée, en PEHD ou en béton non armé, il est possible, en solution de rechange à l'extrémité biseautée en béton préfabriquée, de couper en usine l'extrémité de la dernière section de tuyau.

Lorsqu'une extrémité biseautée en béton préfabriquée est utilisée, le mur parafeuille est situé sous l'extrémité de la section biseautée.

La figure 4.6–1 et le dessin normalisé 011 montrent l'extrémité biseautée en béton préfabriquée.

La figure 4.6–2 montre l'extrémité biseautée pour les ponceaux réalisés avec des tuyaux en tôle ondulée ou en PEHD. L'extrémité d'un tuyau en tôle ondulée biseautée doit être protégée contre la corrosion au moyen d'un enduit riche en zinc appliqué en usine. L'extrémité biseautée d'un tuyau en PEHD doit être scellée en usine par extrusion ou fusion d'une bande de polyéthylène haute densité.

La protection des extrémités des ponceaux circulaires de diamètre égal ou inférieur à 1200 mm est présentée au dessin normalisé 010.



PONCEAUX

NORME

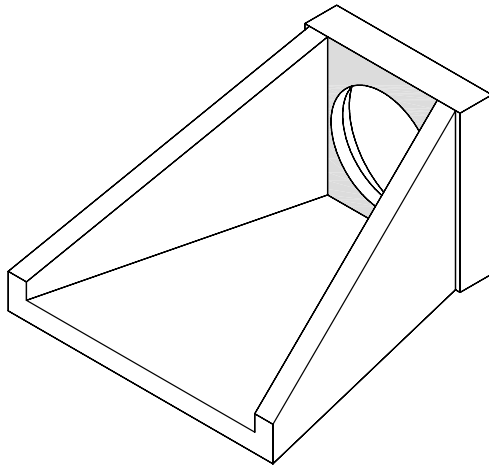


Figure 4.6-1
Extrémité biseautée en béton préfabriquée

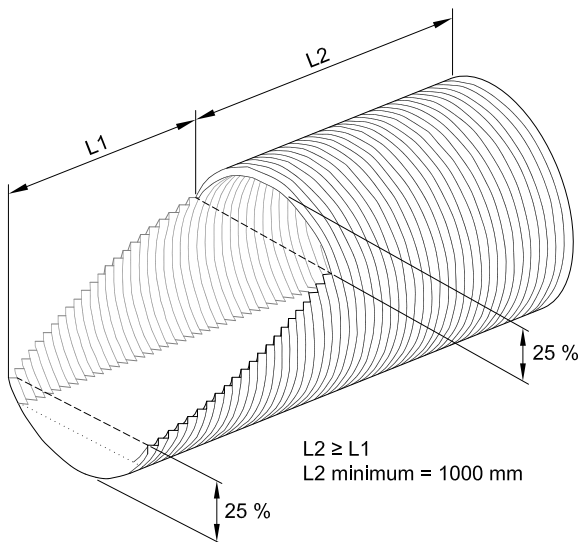


Figure 4.6-2
Extrémité biseautée de ponceau

4.6.2.3 Extrémité munie d'un mur vertical

L'extrémité du ponceau peut être protégée à l'aide d'un mur vertical de hauteur variable. Le mur peut être partiel ou complet. La longueur du ponceau est moindre lorsque ce type de finition est utilisé.

Les protections d'extrémité sont représentées aux dessins normalisés 012, 013, 015, 016 et 017. Le choix de ces murs est applicable à tous les types de ponceaux.

4.6.3 Mur en aile

Les murs en aile sont des ouvrages de soutènement qui prolongent le mur de tête. La description de ces murs est présentée au chapitre 5 « Murs » du présent tome.

La conception d'un mur en aile exige généralement la réalisation d'une étude géotechnique.

4.6.4 Protection du lit du cours d'eau

Le lit du cours d'eau aux extrémités d'un ponceau doit être protégé lorsque la vitesse d'écoulement à l'entrée et à la sortie dépasse les vitesses indiquées au tableau 4.5-2.

La protection à placer dans le lit et sur les rives du cours d'eau est un empierrement disposé comme le montrent les dessins normalisés 008 à 013. La dimension de la pierre doit être conforme aux types de revêtements indiqués au tableau 4.6-1. Les pierres utilisées dans les revêtements en pierres doivent être conformes à la norme 14501, chapitre 14 « Matériaux divers » du *Tome VII – Matériaux*.

Une protection de résistance supérieure à l'érosion doit être envisagée lorsque la vitesse à la sortie d'un ponceau dépasse 3,4 m/s.

Tableau 4.6-1
Revêtements en pierres

Type	Vitesse maximale (m/s)	Calibre (mm)	D ₅₀ (mm)	Épaisseur (mm)
1	2,0	0-200	100	300
2	2,3	100-200	150	300
3	2,8	200-300	250	500
4	3,2	300-400	350	700
5	3,4	300-500	400	800

D₅₀ : diamètre des particules du matériau dont 50 % en masse sont supérieures à cette dimension

