

Une saine gestion des actifs avec les produits en béton préfabriqué

Nathalie Lasnier, ing



Gestion des actifs municipaux (GAM)

DONNÉES
NIVEAU DE SERVICE
INSPECTION
RISQUE
TABLEAU DE BORD
CYCLE DE VIE

INTÉGRITÉ DU SYSTÈME
MODÈLES DE PRÉDICTION
VALEUR
PLANIFICATION
PLAN D'INTERVENTION

VIEILLISSEMENT
ENTRETIEN
VULNÉRABILITÉ
ÉTAT

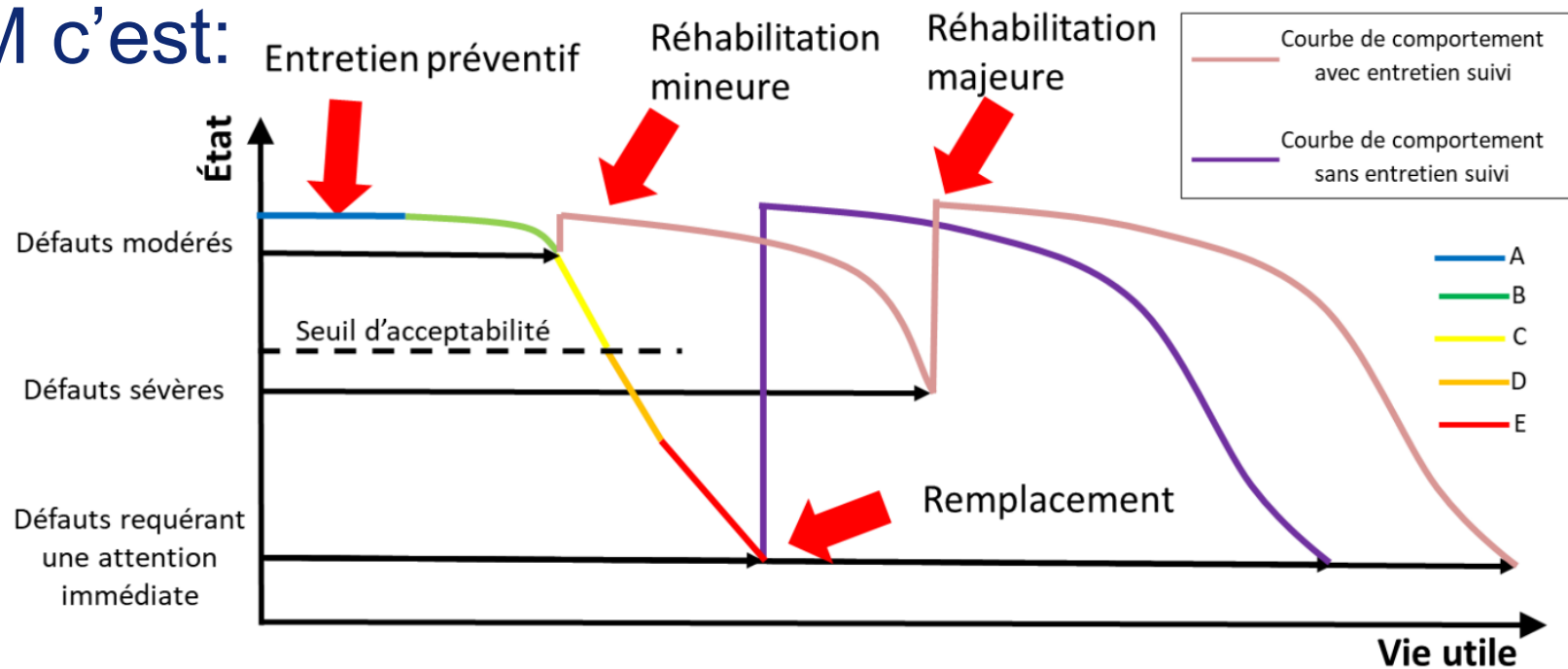
SÉCURITÉ



La GAM c'est:



La GAM c'est:



Stratégie de gestion d'actifs
Exemple de dégradation de l'état d'une infrastructure type

Colloque sur la gestion des actifs AQTR 2019. Marc Didier Joseph, Une évolution de la connaissance du parc d'actifs en eau des municipalités du Québec. CERIU

La GAM c'est:

Modèles de prédiction



infrastructures



Review

Sewer Pipes Condition Prediction Models: A State-of-the-Art Review

**Mohammadreza Malek Mohammadi ^{1,*}, Mohammad Najafi ², Vinayak Kaushal ³,
Ramtin Serajiantehrani ⁴, Nazanin Salehabadi ⁵ and Taha Ashoori ⁶**

¹ Alan Plummer Associate, Inc., 1320 S University Dr # 300, Fort Worth, TX 76107, USA

² Center for Underground Infrastructure Research and Education (CUIRE), Department of Civil Engineering, The University of Texas at Arlington, Box 19308, Arlington, TX 76019, USA; Najafi@uta.edu

³ Center for Underground Infrastructure Research and Education (CUIRE), Department of Civil Engineering, The University of Texas at Arlington, Box 19308, Arlington, TX 76019, USA; vinayak.kaushal@mavs.uta.edu

⁴ Center for Underground Infrastructure Research and Education (CUIRE), Department of Civil Engineering, The University of Texas at Arlington, Box 19308, Arlington, TX 76019, USA; ramtin.serajiantehrani@mavs.uta.edu

⁵ Department of Computer Science and Engineering, The University of Texas at Arlington, Box 19308, Arlington, TX 76019, USA; nazanin.salehabadi@mavs.uta.edu

⁶ EnTech Engineering P.C., 17 State Street, 36th Fl, New York, NY 10004, USA; taha.ashoori@mavs.uta.edu

* Correspondence: mohammadreza.malekmohammadi@mavs.uta.edu; Tel.: +1-(469)-243-3736

Infrastructures **2019**, *4*, 64; doi:10.3390/infrastructures4040064

www.mdpi.com/journal/infrastructures

Received: 4 September 2019; Accepted: 18 October 2019; Published: 22 October 2019

La GAM c'est:

Modèles de prédiction

Table 2. Sewer condition prediction models.

Authors	Year	Model	Independent Variables
Davies et al.	2001	Logistic regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Sewer Type, Location, Corrosivity, Road Type, Other Factors
Ariaratnam et al.	2001	Logistic regression	Age, Material, Diameter, Depth, Sewer Type
Wirahadikusumah et al.	2001	Markov chain	Material, Depth, Soil Type, Groundwater
Lubini and Fuamba	2001	Logistic regression	Age, Material, Diameter, Length, Slope
Micevski et al.	2002	Markov chain	Material, Diameter, Soil Type
Koo and Ariaratnam	2006	Logistic regression	Age, Flow, Other Factors
Chughtai and Zayed	2008	Linear regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Slope, Bedding Type, Road Type
Gat	2008	Markov chain	Age, Diameter, Sewer Type
Ana et al.	2009	Logistic regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Slope, Sewer Type, Location
Salman and Salem	2012	Ordinal regression Logistic regression Binary regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Slope, Sewer Type
Sousa et al.	2014	Logistic regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Slope
Bakry et al.	2016	Multiple regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Sewer Type, Soil Type, Groundwater, Surface Type, Traffic
Gedam et al.	2016	Linear regression	Age, Material, Diameter, Depth
Kabir et al.	2018	Bayesian logistic regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Slope, Up Invert, Down Invert, Other Factors

Malek Mohammadi et al.	2019	Logistic Regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Slope, Groundwater, Soil Type
Balekelayi and Tesfamariam	2019	Bayesian Regression	Age, Material, Diameter, Depth, Length, Slope, Groundwater, Residential and Commercial Connections, Repairs, Flushes, Cleaning, Degrease, Backups, and Root Cuts

www.mdpi.com/journal/infrastructures

MIIP Report: The State of Canadian Sewers – Analysis of Asset
Inventory and Condition

B-5123.11

Newton, L.A. ; Vanier, D.J.

June 2006

Analyse de 3400km de données
d'inspection de réseaux d'égouts
sanitaires.

Durées de vie estimées des
conduites de béton
105-130 ans.

Aujourd'hui

- Revoir certains aspects liés aux infrastructures d'égout, de gestion des eaux pluviales et de drainage.

Conception, construction et acceptation.

Comprendre ces éléments et les intégrer dès le début des projets.

Gestion des actifs : éléments de conception

Niveaux de service
pour l'écoulement hydraulique

pour la résistance structurale

pour l'acceptation

Niveaux de service pour l'écoulement hydraulique

Coefficient de Manning

Entrées de service

Regards

Étanchéité

Ponceaux rectangulaires

Niveaux de service - Hydraulique

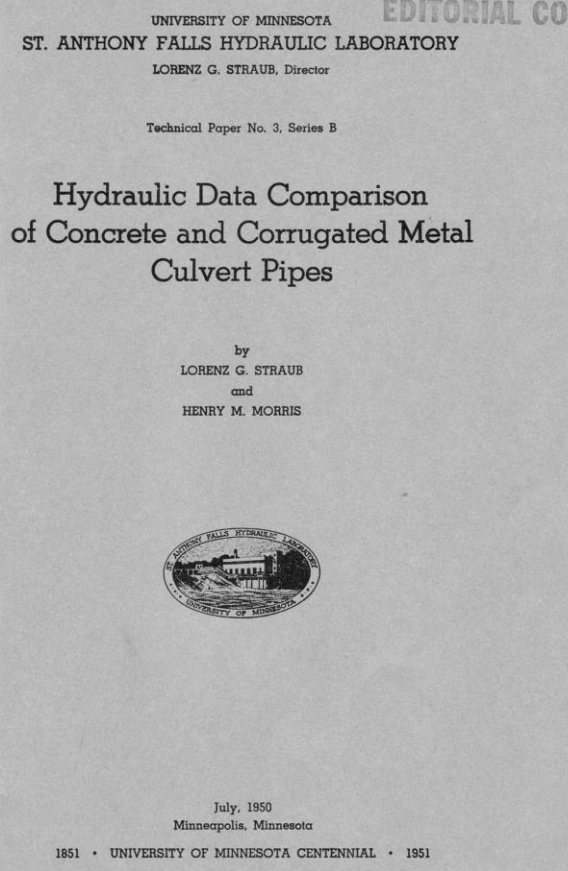
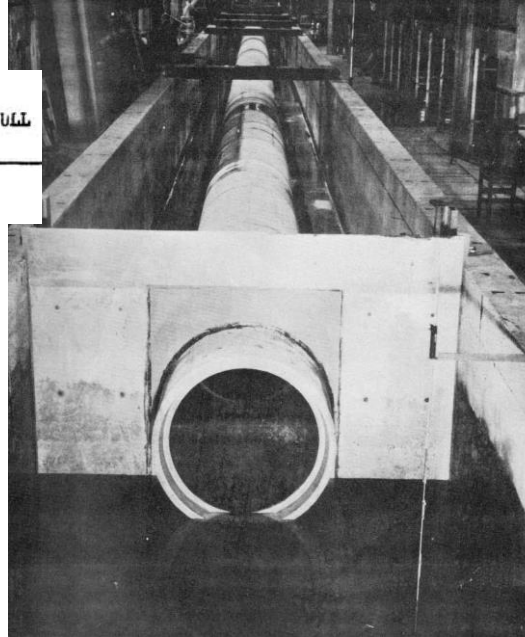
Valeurs n de Manning pour les tuyaux de béton

Lieux des essais	Diamètres	n
Utah State University	300 mm, 450 mm	0,010
University of Alberta	250 mm, 375 mm	0,010
St.Anthony Falls Lab	600 mm, 900 mm	0,010
National Water Research Institute (Ontario) 2002	250 mm, 375mm 450mm	0,010

Coefficient de rugosité

TABLE I
SUMMARY OF TEST RESULTS - PIPES FLOWING FULL

Pipe	No. of Tests	Maximum	Minimum	Average
18" diam concrete	12	0.0108	0.0091	0.0097
24" diam concrete	9	0.0104	0.0093	0.0100
36" diam concrete	11	0.0108	0.0103	0.0106
Group	32	0.0108	0.0091	0.0101



Évaluation sur des réseaux en service

FIELD MEASUREMENTS OF SANITARY SEWER
RESISTANCE COEFFICIENTS

by

R. Gerard, P. Bouthillier and J. Besmehn

for

Alberta Environment
Standards and Approvals Division

The City of Edmonton
Water and Sanitation Department

and

Scepter Manufacturing Limited

this being

Water Resources Engineering Report No. 86-3
Department of Civil Engineering
University of Alberta
Edmonton, Alberta
Canada
T6G 2G7

October 1986

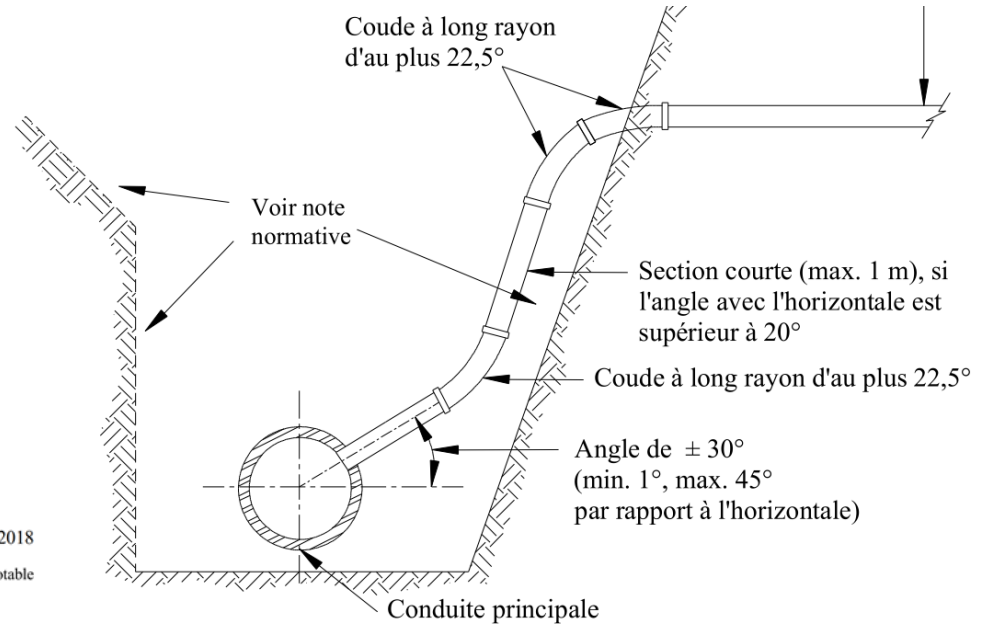
Entrées de service

10.5.16.3 Orientation des conduites de branchement — Le raccordement des conduites de branchement à la conduite principale doit être fait dans sa partie supérieure et doit être situé à un angle de 30° par rapport à l'horizontale (minimum 1° et maximum 45°) [voir figure 62]. De plus, le raccordement doit être le plus possible perpendiculaire à l'axe longitudinal de la conduite principale.

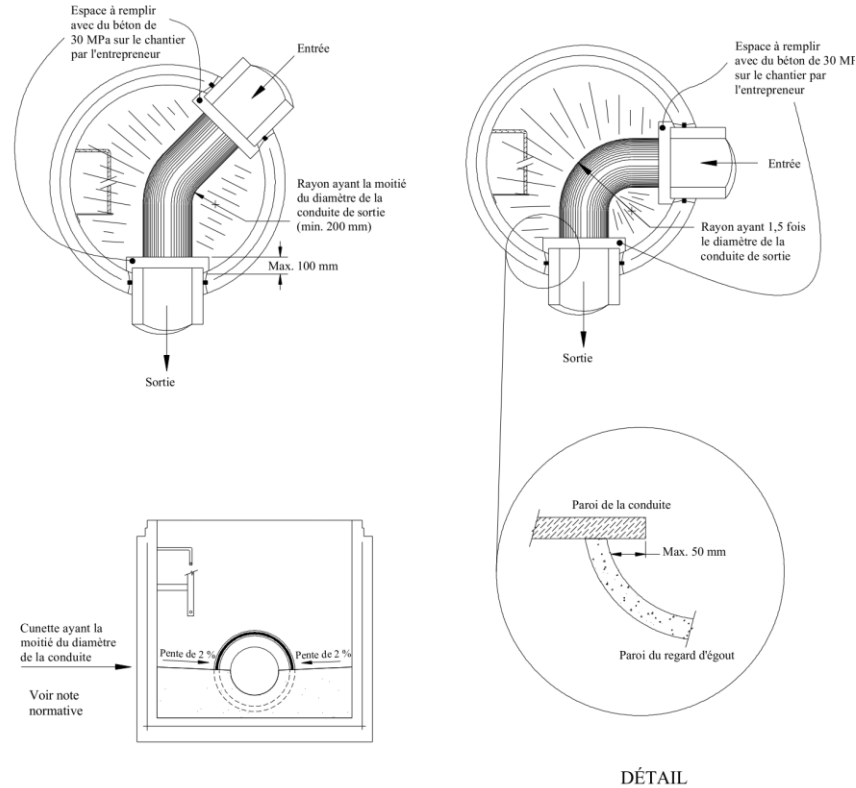
NORME

BNQ 1809-300/2018

Travaux de construction — Conduites d'eau potable
et d'égout — Clauses techniques générales



Cunettes



NORME

BNQ 1809-300/2018

Travaux de construction — Conduites d'eau potable
et d'égout — Clauses techniques générales

NOTE NORMATIVE — Pour des diamètres de conduite supérieurs à 900 mm, la cunette doit avoir une hauteur équivalant au tiers du diamètre de la conduite.

FIGURE 8 — CUNETTE
(articles 5.15.1.5, 6.3.15.2 et 10.5.12.1)

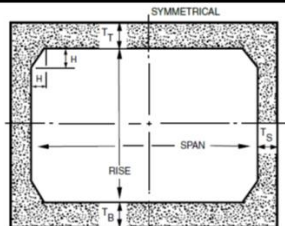
Hydraulic Capacity of Precast Concrete Boxes

Under certain conditions the hydraulic or structural characteristics of reinforced concrete box sections offer advantages over the circular and non-circular pipe shapes commonly used for sewers and culverts. The cost-effective advantages of precast concrete pipe productions and construction methods are available in a product manufactured in accordance with the ASTM Standard C1433M, Precast Reinforced Concrete Monolithic Box Sections for Culverts, Storm Drains and Sewers and Standard C1577M, Precast Reinforced Concrete Monolithic Box Sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers Designed According to AASHTO LRFD. The American Concrete Pipe Association's CP Info, Precast Concrete Box Sections, presents the development and verification of the design method and standard sizes.

STANDARD DESIGNS

The standard precast concrete box section produced under Standards C1433M and C1577M is shown in Figure 1, and the standard sizes and wall thicknesses are shown in Tables 1 and 2. The standard sizes have 45-degree haunches with a leg dimension equal to the wall thickness. The availability and construction details of box sections should be discussed with local concrete pipe producers. Precast box designs other than standard are available through American Concrete Pipe Association member companies.

Figure 1 Standard Box Section



Note: The haunch dimension H, is equal to the wall thickness T.

Table 1 Standard Box Sizes

RISE, Millimeters	SPAN, Millimeters									
	900	1,200	1,500	1,800	2,100	2,400	2,700	3,000	3,300	3,600
600										
900										
1,200										
1,500										
1,800										
2,100										
2,400										
2,700										
3,000										
3,300										
3,600										

Table 2 Standard Thicknesses

Span, Millimeters	T ₁ , millimeters		T ₂ , millimeters		T ₃ , millimeters	
	> 0.6 m cover	< 0.6 m cover	> 0.6 m cover	< 0.6 m cover	> 0.6 m cover	< 0.6 m cover
900	100	175	100	150	100	100
1,200	125	190	125	150	125	125
1,500	150	200	150	175	150	150
1,800	175	200	175	175	175	175
2,100	200	200	200	200	200	200
2,400	200	200	200	200	200	200
2,700	225	225	225	225	225	225
3,000	250	250	250	250	250	250
3,300	275	275	275	275	275	275
3,600	300	300	300	300	300	300

HYDRAULICS OF SEWERS

The hydraulic characteristics of precast concrete box sections are similar to those for circular, arch and elliptical pipe. The most widely accepted formula for evaluating the hydraulic capacity of non-pressure conduit is the Manning Formula. This formula is:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (1)$$

Where:

- Q = discharge in cubic meters per second
- n = Manning's roughness coefficient
- A = cross-sectional area of flow, square meters

Partial Flow Conditions of Box Culverts

http://www.concretepipe.org/wp-content/uploads/2014/09/DD_17.pdf

Ponceaux – traitement des extrémités



Étanchéité

L'étanchéité est un facteur important, tant du point de vue hydraulique, en limitant les eaux parasites ou l'exfiltration des eaux usées. Mais aussi du point de vue structural en évitant la migration des sols servant au support granulaire de pénétrer dans les tuyaux.

Les emboitements sont conçus pour assurer l'étanchéité selon les normes de référence. Tout en assurant un écoulement stable.

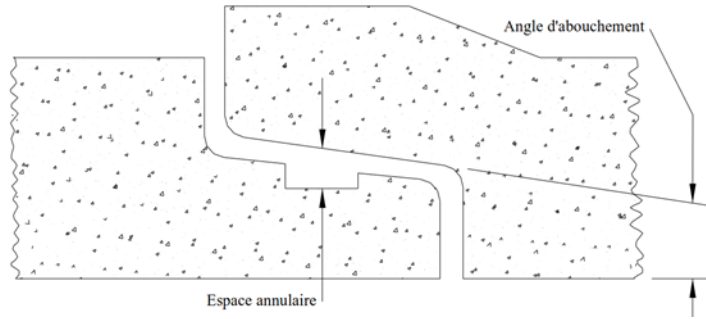
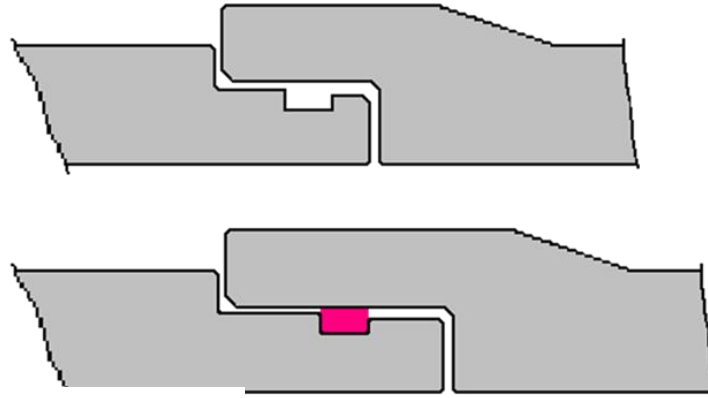
La conception prend en compte les déformations de la garniture et ses propriétés physiques. Les propriétés physiques des garnitures sont normalisées.

La conception prend également compte des exigences d'étanchéité liées aux ouvertures de joints normalisées et aux chargements différentiels imposés dans les essais hydrostatiques des normes.

La norme de fabrication exige que la cloche soit toujours armée, augmentant ainsi la résistance structurale de l'assemblage.

L'étanchéité nécessite une mesure.

Étanchéité



Étanchéité

BNQ2622-126

Essais hydrostatiques (diamètres <900mm) en déflexion maximale: 90 kPa de pression interne maintenue pendant 10 minutes avec les joints ouverts de 13mm.

Essais hydrostatiques (diamètres <900mm) en chargement différentiel: 35 kPa de pression interne maintenue pendant 10 minutes avec une charge appliquée.

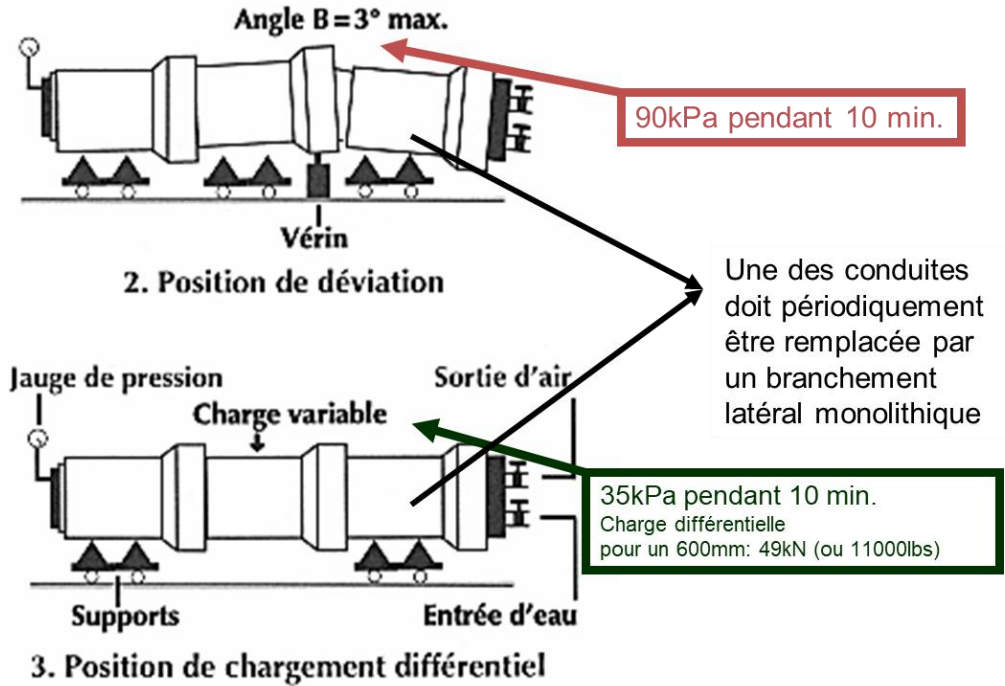
Les essais hydrostatiques doivent inclure périodiquement un branchement latéral monolithique.

Protocole de certification BNQ2622-951: Vérification individuelle des conduites de type domestique de 600mm et moins: en fonction des exigences d'étanchéité du devis normalisé BNQ1809-300 pour des conduites correctement installées.

Étanchéité



Essais hydrostatiques



SIDD

Niveaux de service

pour la résistance
structurale

Modèle de
distribution des
charges selon
Heger

Associé aux
assises SIDD
1 - 2 - 3 - 4

Tient compte de la
difficulté de compacter la
zone des hanches.
% de compactage
différents selon types
d'assises et types de
sols choisis.

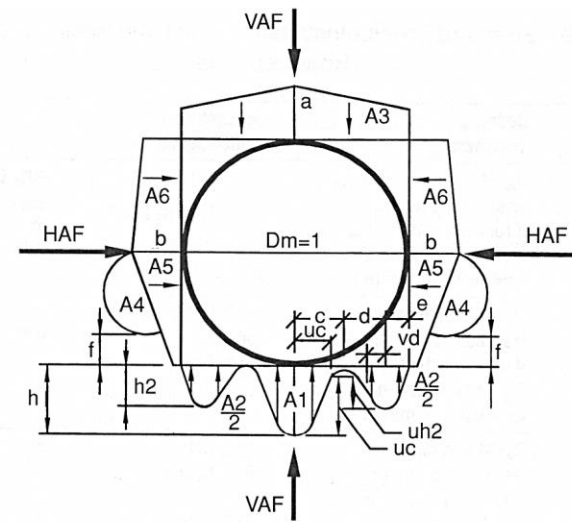
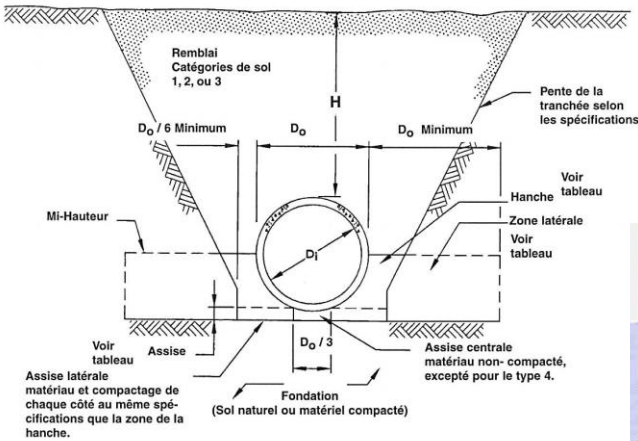


Figure 4.48 Arching Coefficients and Heger Earth Pressure Distributions

Installation															
Type	VAF	HAF	A1	A2	A3	A4	A5	A6	a	b	c	e	f	u	v
1	135	0.45	0.62	0.73	1.35	0.19	0.08	0.18	1.40	0.40	0.18	0.08	0.05	0.80	0.80
2	1.40	0.40	0.85	0.55	1.40	0.15	0.08	0.17	1.45	0.40	0.19	0.10	0.05	0.82	0.70
3	1.40	0.37	1.05	0.35	1.40	0.10	0.10	0.17	1.45	0.36	0.20	0.12	0.05	0.85	0.60
4	1.45	0.30	1.45	0.00	1.45	0.00	0.11	0.19	1.45	0.30	0.25	0.00	-	0.90	-

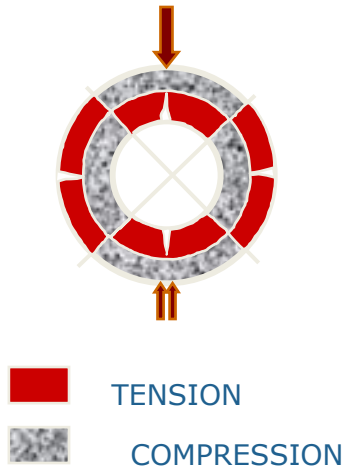
Installations de type **SIDD** acceptées par:

- AASHTO**
- ASCE**
- CSA (S6)**
- ASTM C1479**
- BNQ 1809-300**



INSTALLATIONS SIDD - types de sols et degrés de compactage			
Type d'installation SIDD	Épaisseur de l'assise	Hanches et assises extérieures	Zone latérale
Type 1	De/24 minimum, pas moins de 75 mm. Si dans le roc, De/12 minimum, pas moins de 150 mm.	90 % SW, SP, GW, GP	85 % SW, SP, GW, GP 90 % GM, SM, ML, (aussi GC, SC avec moins de 20 % passant le tamis n°200) 95 % CL, MH, CH
Type 2	Même que type 1	85 % SW, SP, GW, GP 90 % GM, SM, ML, (aussi GC, SC avec moins de 20 % passant le tamis n°200)	80 % SW, SP, GW, GP 85 % GM, SM, ML, (aussi GC, SC avec moins de 20 % passant le tamis n°200) 90 % CL, MH, CH
Type 3	Même que type 1	80 % SW, SP, GW, GP 85 % GM, SM, ML, (aussi GC, SC avec moins de 20 % passant le tamis n°200) 90 % CL, MH, CH	80 % SW, SP, GW, GP 85 % GM, SM, ML, (aussi GC, SC avec moins de 20 % passant le tamis n°200) 90 % CL, MH, CH
Type 4	Même que type 1	Aucun compactage requis, excepté si CL: 80 % compactage	Aucun compactage requis, excepté si CL: 80 % compactage

Essai des trois génératrices

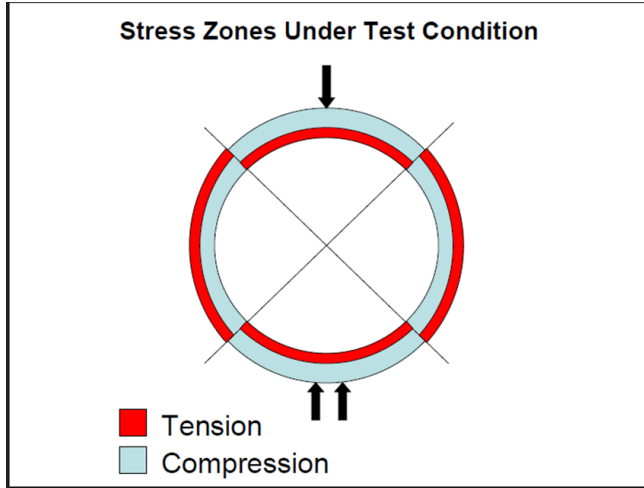


Avec les tuyaux de béton, le paramètre de conception est vérifié (charge à la première fissure) et la résistance ultime est connue et vérifiée (charge ultime). Même à la charge ultime, il n'y a pas d'affaissement de la conduite.

L'essai provoque une fissuration longitudinale. Ajustable selon diamètres.

Essai conservateur qui ne considère pas de pressions latérales.

CLASSES DES TUYAUX DE BÉTON ARMÉ



Classe	I	II	III	IV	V
$D_{0,3}$ min	40	50	65	100	140
D ultime min	60	75	100	150	175
<i>Les charges $D_{0,3}$ et D_{ultime} s'expriment en newtons par mètre linéaire par millimètre de diamètre intérieur du tuyau</i>					

La forme des fissures est importante

CONCRETE PIPE INFORMATION CONCRETE PIPE
CONCRETE PIPE INFORMATION CONCRETE PIPE
CONCRETE PIPE INFORMATION CONCRETE PIPE
CONCRETE PIPE INFORMATION CONCRETE PIPE
CONCRETE PIPE INFORMATION CONCRETE PIPE
CONCRETE PIPE INFORMATION CONCRETE PIPE
american concrete pipe association ▲ 8320 old courthouse road ▲ vienna, virginia 22180

SIGNIFICANCE OF CRACKS IN CONCRETE PIPE

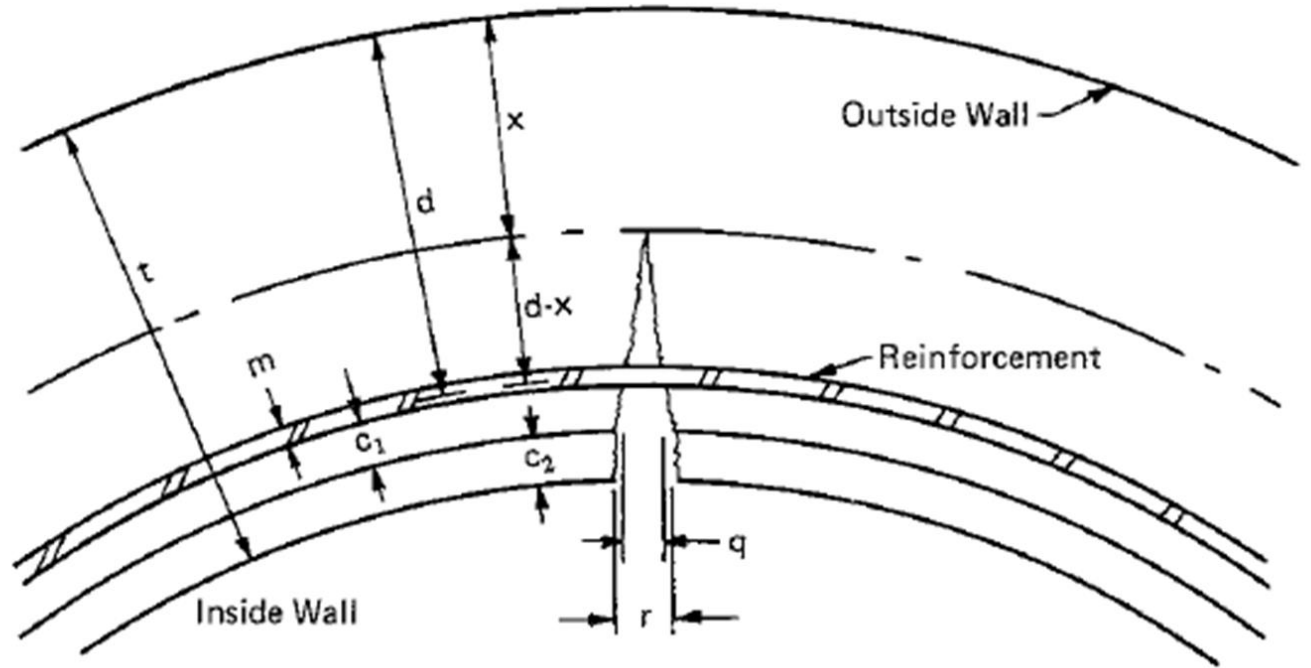


Figure 1. Geometric relationships of cracks.

Relation entre la largeur de la fissure et sa profondeur.

Pas de lien entre l'essai de chargement en laboratoire et les performances en chantier.

Logiciel en
ligne de calcul
structural



<http://pipe.concretepipe.org/pipepac/>

Three Edge Bearing Analysis - Summary

Project Description

Project Title: JB9	Consultant:
Project Location:	Contractor:
Contract Number:	Analyzed By:
Country: Canada	Date: 2/3/2020
Units: SI Units	Comply To: ASTM (AASHTO)
Alternative: 1200mm	

D-LOAD REQUIREMENTS FOR A 1,200 (mm) DIAMETER CIRCULAR PIPE

PIPE DATA

Nominal Diameter (mm)	1,200
Inner Diameter (mm)	1,219
Wall 'C' Thickness (mm)	146

INSTALLATION CONDITIONS

Minimum Depth of Fill (m)	1.00
Maximum Depth of Fill (m)	15.00
Soil Density (kg/m³)	2,100.0
Installation Type	Positive Projecting Embankment
Positive Projection Ratio	1.00
Soil Lateral Pressure Ratio	0.33
Soil Lateral Pressure/Friction Term (k _u)	0.1924
Soil Lateral Fraction 'm'	1.00
Settlement Ratio	0.70

ADDITIONAL LOADS

Live Load	CHBDC-CAN
	Single Axle Load = 175 (kN), Double Axle - Load per Axle = 125 (kN), Space = 1.2 (m)
	Live Load Distribution Factor = 1.75
	Default I.F. Used.

No Surcharge Load

FACTOR OF SAFETY

Factor of Safety on 0.3 MM Crack D-Load (Earth, Live)	1.00 1.00
Factor of Safety on Ultimate Earth and Live Load (ASTM C 76M)	
DL03 Less Than or Equal To 100 N/m/mm	1.50
DL03 Greater Than or Equal To 140 N/m/mm	1.25
DL03 Between 100 and 140 N/m/mm	Interpolated

D-LOAD REQUIREMENTS FOR A 1,200 (mm) DIAMETER CIRCULAR PIPE

Comparison of required D-Load Values for Selected Bedding Types

Pipe Depth (m)	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type B
1.00	21 (CL-I)	25 (CL-I)	29 (CL-I)	39 (CL-I)	
2.00	23 (CL-I)	31 (CL-I)	38 (CL-I)	53 (CL-III)	
3.00	30 (CL-I)	42 (CL-II)	52 (CL-III)	72 (CL-IV)	
4.00	38 (CL-I)	54 (CL-III)	67 (CL-IV)	93 (CL-IV)	
5.00	46 (CL-II)	66 (CL-IV)	83 (CL-IV)	114 (CL-V)	
6.00	55 (CL-III)	78 (CL-IV)	98 (CL-IV)	135 (CL-V)	
7.00	63 (CL-III)	90 (CL-IV)	114 (CL-V)	157 (157)	
8.00	72 (CL-IV)	102 (CL-V)	129 (CL-V)	178 (178)	
9.00	81 (CL-IV)	115 (CL-V)	145 (145)	200 (200)	
10.00	89 (CL-IV)	127 (CL-V)	161 (161)	222 (222)	
11.00	98 (CL-IV)	139 (CL-V)	176 (176)	243 (243)	
12.00	107 (CL-V)	152 (152)	192 (192)	265 (265)	
13.00	116 (CL-V)	164 (164)	208 (208)	287 (287)	
14.00	124 (CL-V)	177 (177)	223 (223)	309 (309)	
15.00	133 (CL-V)	189 (189)	239 (239)	330 (330)	

Selected Depth: 5 m (closest pipe depth: 5 m)

Reinforced Pipe Classes for 0.30 mm crack per ASTM C76M (N/m/mm):

CL I <= 40; CL II <= 50; CL III <= 65; CL IV <= 100; CL V <= 140

FORMATION SUR LES ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS EN BÉTON ARMÉ

Entrepreneurs
Surveillants
Donneurs d'ouvrages



Version 2018

CERTIFICAT DE CONFORMITÉ

**Certificat de
conformité
délivré par le
BNQ**

N° du certificat : 549
N° de la norme : BNQ 2622-126/2009-04-01
N° du protocole de certification : BNQ 2622-951/2012-02-27

Date d'expiration : 2020-01-31

Le Bureau de normalisation du Québec, ayant reconnu la conformité de tuyaux et branchements latéraux monolithiques en béton :

(voir l'annexe au certificat)

ainsi que l'aptitude du détenteur à fabriquer ces produits conformément aux exigences de la norme et du protocole de certification, délivre le présent certificat à :

Fabricant X, usine Y

Le présent certificat est délivré selon les règles précisées dans le document BNQ 9902-001. En foi de quoi, ont signé à Québec, le 22 janvier 2018.




Julie Conseller, directrice des opérations
Bureau de normalisation du Québec


Nathalie Dupont, ing., M. Sc.
Responsable de programme
Certification

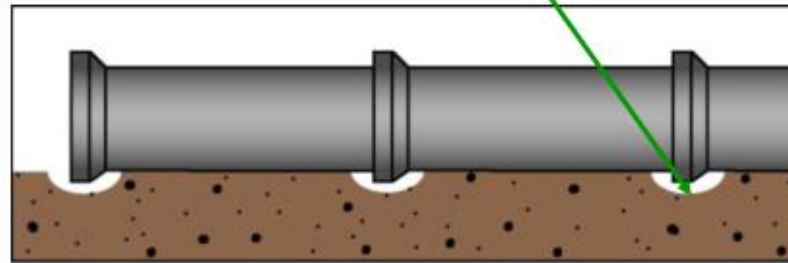


Le présent certificat demeure la propriété du BNQ et doit lui être retourné s'il le demande.
La validité du présent certificat de conformité est vérifiable à l'adresse www.bnq.qc.ca/clients-certifies.html

**Marque de conformité pour les produits certifiés
par le BNQ**



Il faut prévoir l'espace nécessaire dans l'assise pour accommoder la cloche des tuyaux dans le but d'éviter les fissurations circulaires ou longitudinales.



Art.9.2.2.3



Préparation des assemblages



Raccordement aux structures



Gestion des actifs : critères d'acceptation

Chapitre 11 Essais et critères d'acceptation

Infiltration

Exfiltration

Inspections tv



NORME

BNQ 1809-300/2018

Travaux de construction — Conduites d'eau potable
et d'égout — Clauses techniques générales



11.5 CONDUITES D'ÉGOUT PLUVIAL 11.3.2.1 pour les égouts sanitaires et unitaires

11.5.1 Un nettoyage et une inspection télévisée de tous les regards, de toutes les conduites d'égout pluvial, de tous les postes de pompage et de tous les raccordements doivent être effectués selon les exigences des parties II et III du document BNQ 3680-125.

L'entrepreneur doit transmettre à l'ingénieur surveillant, avant de commencer l'inspection télévisée, une copie des certificats CERIU/NASSCO de l'opérateur et de l'analyste qui effectueront l'inspection télévisée et l'analyse des données selon les exigences du document BNQ 3680-125.

NOTE — Il est possible que l'opérateur et l'analyste soient la même personne. L'ingénieur surveillant peut consulter la liste des personnes détenant une certification CERIU/NASSCO sur le site Web du CERIU.

NORME

BNQ 1809-300/2018

Travaux de construction — Conduites d'eau potable
et d'égout — Clauses techniques générales

Les cotes des défauts apparents, qui doivent être observés selon les exigences du document BNQ 3680-125, ne doivent pas être utilisées comme seuls critères d'acceptation ou de rejet des conduites d'égout pluvial.

L'analyse de l'ingénieur surveillant visant à déterminer l'acceptabilité de ces conduites, qui repose sur le rapport de la firme spécialisée, prend aussi en considération le type de matériau, l'étanchéité des conduites, leur fonctionnement hydraulique, de même que la nature du défaut relevé, sa cause, ses répercussions sur l'intégrité structurale de l'ouvrage, et, le cas échéant, son étendue et sa répétition.

NOTE — Les tuyaux en béton armé peuvent comporter des fissures de retrait. Ces fissures ne nuisent pas à l'intégrité des conduites.

NORME

BNQ 1809-300/2018

Travaux de construction — Conduites d'eau potable
et d'égout — Clauses techniques générales

Niveaux de service

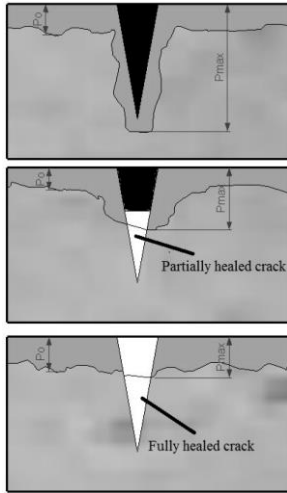


Designation: C1840/C1840M – 17

**Standard Practice for
Inspection and Acceptance of Installed Reinforced Concrete
Culvert, Storm Drain, and Storm Sewer Pipe¹**

Autocicatrisation

Les fissures autocicatrisées ou partiellement cicatrisées limitent la pénétration des chlorures



Autogeneous healing and chloride ingress in cracked concrete

B. Šavija and E. Schlangen

Delft University of Technology, the Netherlands

An experimental study of the influence of autogeneous healing on chloride ingress in cracked concrete is presented. In the study, two concrete mixtures (a Portland cement mix and a blast furnace slag mix), two healing regimes (submerged and fog room regime), two cracking ages (14 and 28 days), and multiple crack widths are used as parameters. An adapted Rapid Chloride Migration testing procedure is used after the healing period to assess the effectiveness of healing. It was found that small bending-type (i.e. tapered) cracks can heal fully, and larger cracks partially under tested conditions. The obtained results provide a good starting point for further study of the influence of autogeneous or self-healing on concrete durability.

Autocicatrisation

Scans tridimensionnels à l'aide d'une méthode tomographique.
Fissure cicatrisée de 1,5mm de largeur.

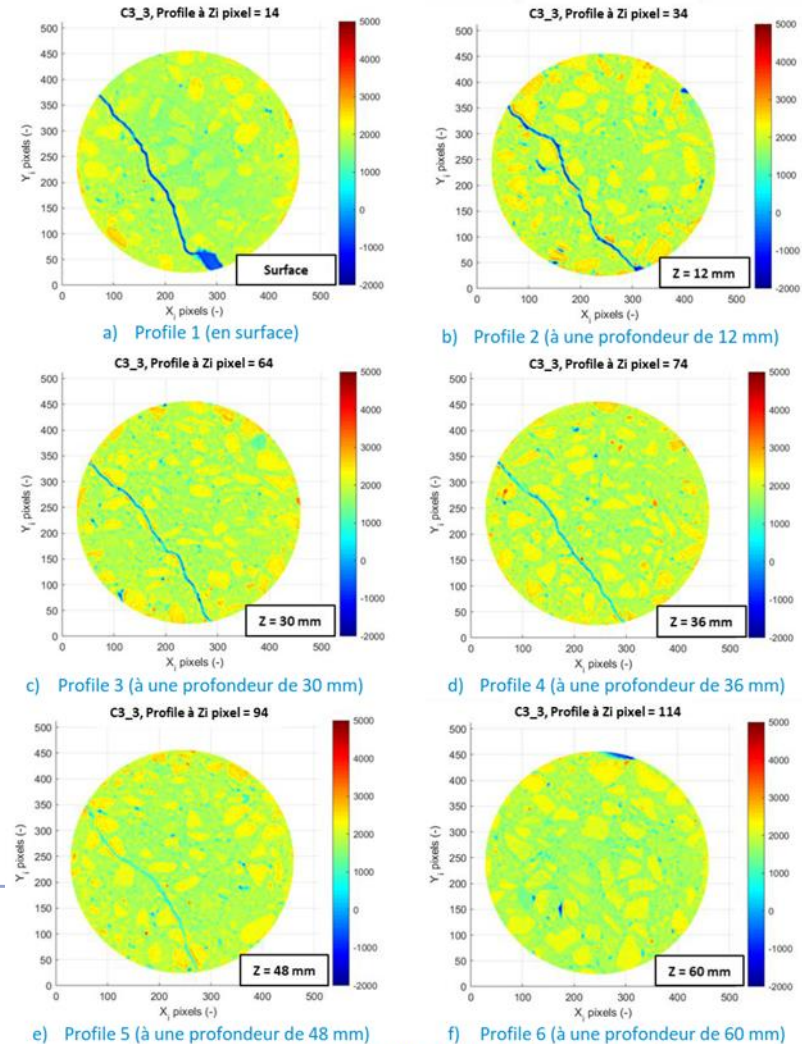


Figure 11 – Progression de la fissure sur la profondeur de l'échantillon

Niveau d'opération – Conditions en service - Abrasion

Les parois des tuyaux de béton sont massives et la qualité contrôlée des granulats font en sorte que les tuyaux résistent très bien à l'abrasion.

Face au processus d'abrasion, ce qui est important de mesurer, c'est le taux d'abrasion et non la perte de paroi lors d'un essai. Définir la paroi résiduelle.

De plus, la revue de littérature réalisée par le CNRC rapporte de bonnes performances à l'abrasion dans des conditions d'utilisations typiques.



The *Sewer Jetting Code of Practice* shows that higher pressures can be safely used with concrete pipes to clear blockages without causing damage to the pipe.

Niveau d'opération – Conditions en service – Corrosion

Ohio Department of Transportation (1982)

Culvert durability study.

D'une durée de 10 ans, cette étude a étudié
519 ponceaux en béton.

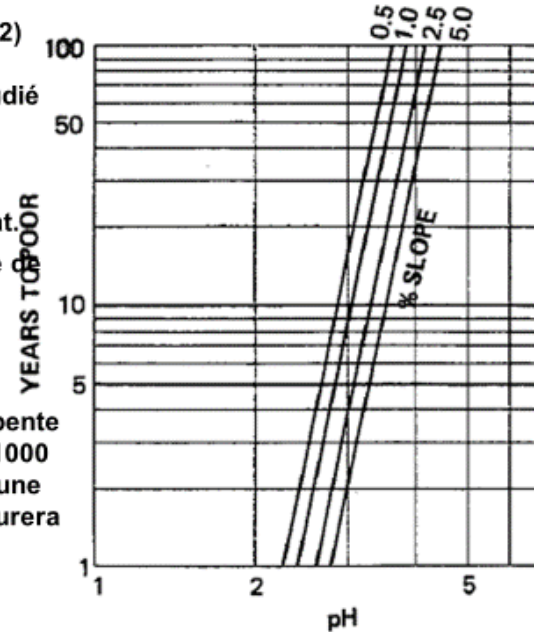
9 ponceaux classifiés en mauvais état

33 ponceaux classifiés en état moyen

477 ponceaux classifiés en excellent état.

Cette étude établissait aussi une courbe de
dégradation des conduites de béton qui
mettait en relation le pH, la pente et le
nombre d'années pour atteindre une
mauvaise condition.

Dans des conditions de pH de 7, d'une pente
de 1,5%, une conduite de béton durera 1000
ans. Dans des conditions de pH de 4, d'une
pente de 1,5%, une conduite de béton durera
100 ans.



Résilience des infrastructures essentielles

Plan d'action 2018-2020 sur les infrastructures essentielles du Forum national intersectoriel

BÂTIR UN CANADA SÉCURITAIRE ET RÉSILIENT



Sécurité publique
Canada

Public Safety
Canada

Canada

Sécurité publique

Tableau 1 — La liste des risques en sécurité civile qui touchent le MTQ

Risques naturels	Risques anthropiques
- Conditions climatiques difficiles (tempête de neige, vents violents, verglas). - Éboulement ou avalanche. - Érosion ou glissement de terrain. - Tremblement de terre. - Embâcle ou débâcle. - Accumulation d'eau ou inondation. - Incendie de forêt.	- Rupture de barrage. - Chute de lignes à haute tension. - Bris d'équipements d'alimentation de gaz naturel. - Interruption de la circulation maritime. - Accident nucléaire. - Accident ou incident d'aéroport. - Incendie ou explosion. - Accident ferroviaire. - Accident routier. - Blocus d'une route. - Objet suspect. - Déversement de matières dangereuses. - Affaissement.

Conclusions

La gestion des actifs, c'est avant tout une volonté de bien faire les choses, à tous les niveaux et à toutes les étapes de la vie de l'actif.

Qui nécessite des connaissances variées et approfondies des matériaux, de leur fonctionnement, de leur comportement dans des environnements donnés, des composantes d'un système et de la faisabilité de construire ce système.

La présentation d'aujourd'hui a permis un survol des principaux éléments de conception, de construction et de mise en service d'ouvrages faits avec des produits en béton préfabriqué.

Les défis de la résilience et de l'adaptation aux changements climatiques soulèvent plusieurs questions et montrent que les normes et standards sont à revoir en fonction de ces objectifs.

Les tuyaux et les éléments en béton préfabriqué ont un historique, des données disponibles, pour un éventail très large d'utilisations et de conditions de service. Leur performance en service est fiable.