Les tuyaux en béton : qualité, certification et prescriptions

DR. IR. ANNE BEELDENS

INGÉNIEUR CONSEIL ET MANAGER - AB-ROADS

A.BEELDENS@AB-ROADS.COM

+32 486 91 35 96

Contenu de la présentation

- Garantir la qualité des tuyaux en béton dès la fabrication
- La certification BENOR en plus du marquage CE
- Prescrire des tuyaux en béton: les exigences des cahiers des charges-type
- Le contrôle sur chantier

Garantir la qualité des tuyaux en béton – contrôle en usine

- Intégrité structurelle
  - Tolérances strictes
  - Résistance élevée
  - Imperméabilité des joints
- Efficacité hydraulique
  - Faible rugosité de la paroi (coefficient de Manning < 0,1 mm): surface suffisamment lisse pour assurer un écoulement rapide
  - Résistant à l'usure, même pour des vitesses d'écoulement élevées (pas de protection nécessaire en cas de pente inférieure à 5%)

AB ROADS

Classes de résistances selon CCT Qualiroutes

- Tuyaux circulaires en béton non armé : voir tableau 6 – NBN B21-106
- Tuyaux ovoïdes en béton non armé : 90
- Tuyaux en béton fibré acier : 135
- Tuyaux en béton armé : 135
- Tuyaux de fonçage en béton armé : 135

Tableau 6 – Résistance minimale à l'écrasement des éléments circulaires en béton non armé

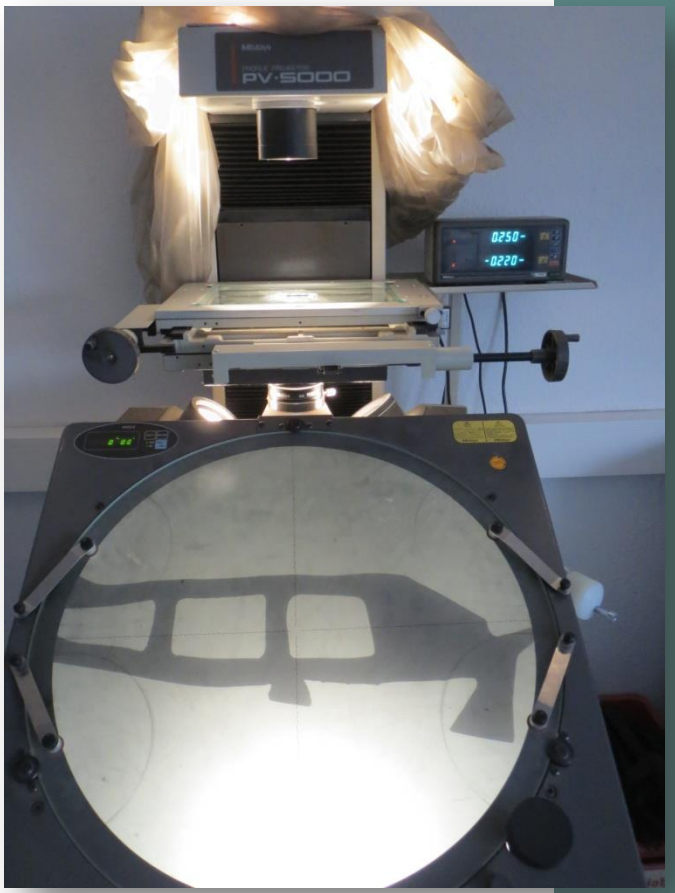
Dimension nominale DN	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Classe de résistance	135	135	135	125	110	100	90	90	80	80
Charge d'écrasement minimale F_n (kN/m) *	20	27	41	50	55	60	63	72	72	80

* Pour les éléments avec embase, les valeurs de résistance sont augmentées de 2,5 %

Etanchéité – Dimensions de l'assemblage du joint

Le joint

- Fabriqué dans un environnement industriel
- Contrôlé par un organisme indépendant (BENOR)
- Contrôlé sur base des normes NBN EN 681-1, PTV 8681-1



Essais d'étanchéité à l'air/à l'eau

EN 1916

- 0,1 bar ou 0,2 bar
- 4 à 14 minutes en fonction du diamètre
- Une différence de 0,015 bar est admise

- 1 m de colonne d'eau (0,1 bar)
- ≥ 30 minutes
- Une différence de 1 kPa est admise

Essais de perméabilité des tuyaux poreux

L’efficacité hydraulique

Avantages de la préfabrication en usine:

- Production contrôlée
- Joints: soit incorporés au collet, soit collés en usine ou ancrés mécaniquement sur l’about mâle
- Les ouvertures de raccordement des tuyaux peuvent être réalisées en usine

Essais comparatifs de l'efficacité hydraulique

CONCLUSION : après 3 mois, la capacité d'écoulement des tuyaux en béton est plus élevée que celle des tuyaux en grès.

Hauteur d'eau mesurée			
	grès Ø 400	béton Ø 400	béton Ø 400 en résine d'époxy
1e mesure après 1 jour	+/- 12 mm	+/- 15mm	+/- 12mm
2e mesure après 3 semaines	+/- 12 mm	+/- 12mm	+/- 12mm
3e mesure après 3 mois	+/- 12 mm	+/- 11mm	+/- 12mm

AB ROADS

CE versus BENOR

Les documents normatifs

- Normes européennes (hEN), enregistrées comme des normes belges
  - NBN EN 1916 - Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé (+AC:2008)
- Normes belges (NBN)
  - Des compléments nationaux aux NBN EN
  - NBN B21-106 - Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé
- Prescriptions techniques (PTV)
  - Des compléments aux normes
  - PTV 21-106 - Tuyaux et pièces complémentaires circulaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé avec une étanchéité a l'eau accrue
  - PTV 104 - Prescriptions techniques des tuyaux poreux
- Cahier des charges-type: Qualiroutes

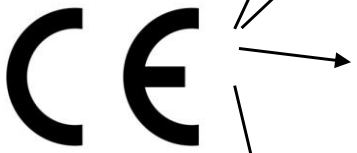
Les principes de certification de produits

La certification de produits est une procédure écrite qui démontre la conformité d'un produit aux exigences spécifiques :

"1st party"	"2nd party"	" 3rd party"
déclaration par le fabricant-même	déclaration par l' utilisateur	déclaration par un organisme indépendant

= un produit fiable ?

CE - BENOR



est créé par la Commission Européenne afin de garantir la libre circulation des produits au sein de l'Union Européenne.

le seul marquage qui atteste la conformité avec les caractéristiques essentielles.

les produits doivent répondre aux 7 exigences fondamentales :

1. La résistance mécanique et stabilité
2. Sécurité en cas d'incendie
3. Hygiène, santé et environnement
4. Sécurité à l'utilisation
5. Protection contre le bruit
6. Economie d'énergie et isolation thermique
7. Utilisation durable des ressources naturelles

les normes européennes (hEN) traduisent les exigences fondamentales en caractéristiques essentielles des produits.

CE

Les étapes principales:

- Détermination des caractéristiques du produit par des essais- type initiaux (ITT)
- Contrôle du système de production en usine (FPC)

Conclusions:

Le contrôle de l'utilisation du marquage CE est une responsabilité du gouvernement fédéral (SPF Economie – Surveillance du Marché)

Exigences limitées à cause de l'harmonisation insuffisante par rapport aux exigences nationales

Le marquage CE ≠ certificat de qualité

Tableau 1 — Structure d'un programme de certification

Fonctions et activités d'évaluation de la conformité [a] dans les programmes de certification de produits	Types
	1a
1) **Sélection**, y compris les activités de planification et de préparation, la spécification des exigences au moyen, par exemple, de documents normatifs et, le cas échéant, l'échantillonnage,	x
2) **Détermination des caractéristiques,** le cas échéant, par :	x
a) essais	
b) inspection	
c) évaluation de la conception	
d) estimation des services ou des processus	
e) autres activités de détermination, comme par exemple la vérification	
3) **Revue**	x
Examen des preuves de conformité obtenues lors de l'étape de détermination afin d'établir si les exigences spécifiées ont été remplies	
4) **Décision relative à la certification**	x
L'octroi, le maintien, l'extension, la réduction, la suspension et le retrait de la certification	
5) **Octroi d'une attestation, d'une licence**	
a) Emission d'une déclaration de conformité (attestation)	x
b) Octroi du droit d'utiliser des certificats, des marques ou autres déclarations de conformité concernant des produits qui satisfont aux exigences spécifiées (octroi de licences)	
6) la **Surveillance**, le cas échéant, par :	
a) essais ou inspection d'échantillons prélevés dans le commerce	
b) essais ou inspection d'échantillons prélevés en usine	
c) évaluation de la production, de la prestation de service ou du fonctionnement du processus	
d) des audits du système de management combinés à des essais ou des contrôles aléatoires	

ROADS

BENOR

Aspects essentiels de la certification BENOR:

Auto-contrôle par le fabricant:

- Essais-type initiaux (ITT)
- Contrôle du processus de fabrication avec prise d'échantillons et essais de produit
- Mise au point du système FPC

Contrôle externe continu par l'organisme de certification:

- Contrôle de la production
- Evaluation du système FPC
- Prélèvement indépendant d'échantillons

AB ROADS

BENOR

Les objectifs de la certification BENOR:

- Fixer le niveau de qualité
- Simplifier les clauses du cahier des charges
- Diminuer les risques de conflits
- Améliorer la qualité des constructions
- Encourager le respect du délai d'exécution
- Eviter la distorsion de concurrence
- Augmenter la garantie de la qualité
- Eviter les risques d'une exécution avec des matériaux non conformes
- Eviter les réceptions techniques préalables

➡ **BENOR est un maillon très important dans l'assurance de qualité dans le secteur de la construction**

AB ROADS

Marque de qualité

- Une référence correcte dans les cahiers des charges à des spécifications techniques pertinentes (NBN EN, NBN, PTV, …) et le bon choix des performances est essentiel.
- Le marquage CE n'est pas un certificat de qualité, mais seulement un passeport pour la libre circulation des produits.
- La certification BENOR donne confiance dans l'assurance de la qualité du produit.
- La marque BENOR peut être prescrite par contrat.
- La marque BENOR peut remplacer les réceptions techniques préalables.

BENOR = contrôles supplémentaires à la NBN B21-106

- Durabilité des assemblages suivant la méthode 2
- Étanchéité à l'eau (pas à l'air) + essai hydrostatique pour des éléments ayant une étanchéité à l'eau accrue et une épaisseur de paroi t > 125 mm
- Procédure de certification:
  - Visite préliminaire (contrôle du labo d'autocôntrole)
  - Période d'accès: autocontrôle et contrôle externe – ITT => licence et certificat
  - Autocontrôle: contrôle des matériaux, de la production et du produit fini par le producteur
  - Contrôles externes par le certificateur

AB ROADS

Contrôles sous la certification BENOR

- **Tableau A.1 - Contrôle complémentaire et/ou dérogatoire des matériaux: additions, adjuvants, abouts femelles**
- **Tableau A.2 - Contrôle complémentaire et/ou dérogatoire de la production: matériel de dosage et de malaxage, béton frais (teneur en chlorures, répartition des fibres, teneur en fibres), armatures et divers (abouts femelles), béton durci (résistance caractéristique à la compression, absorption d'eau, finition et réparation, dimensions caractéristiques du produit)**
- **Tableau A.3 – Contrôle des éléments**

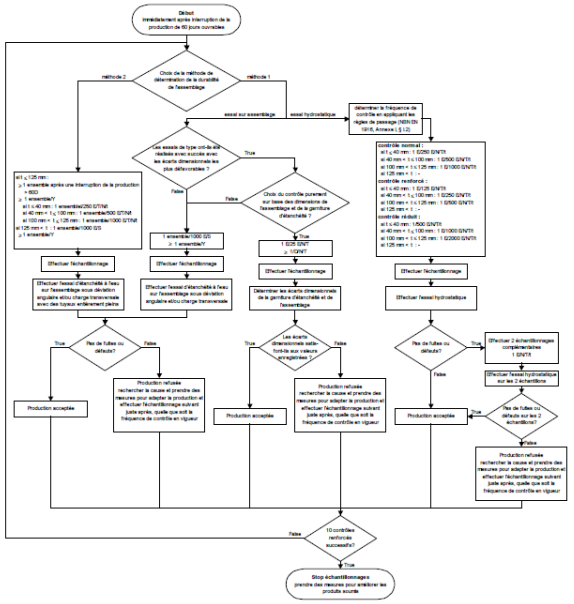
AB ROADS

Tableau A.3 - Contrôle des éléments (RA 21-106 - 2004 24/52)

N°	Eléments	Aspect	Exigence(s)	Méthode	Fréquence	
					Essais de type initiaux (ITT)	Contrôle périodique
10	Tous éléments(1)	Absorption d'eau	NBN EN 1916 § 4.2.6.2	NBN EN 1916, Annexe F	3E/T/N/C	1E/G/M
20	Tous éléments	Aspect en surface	NBN EN 1916 § 4.3.2	NBN B 21-106, § 6.10 et Annexe L	chaque élément essayé	chaque élément essayé
30	Tous éléments(1)	Caractéristiques géométriques des éléments	NBN EN 1916 § 4.3.3	NBN B 21-106, Annexe M	3 E/T/N	3 E/1000 E/T/N/C ≥ 1 E/T/Y
40a	Tous éléments(1)	Caractéristiques géométriques des profils des assemblages	DT	DT	2x2 E/S/G	1x2 E/1000 E/S/G ≥ 1x2 E/Y
40b		Caractéristiques géométriques des profils des assemblages (2)				DT ≥ 1E/25 E/N/T ≥ 1E/T/N/D
50	Tous éléments(3)	Caractéristiques géométriques des assemblages et des garnitures d'étanchéité	NBN EN 1916, § 4.3.4.2.2, méthode 1 ou 2	NBN EN 1916, § 4.3.4.2.1, méthode 1 ou 2	1E/S/N	-
60a	Eléments(4) en béton non armé	Résistance à l'écrasement	NBN EN 1916, § 4.3.5	NBN EN 1916, Annexe C en respectant C.4.2 (5)	3E/T/N/C	Annexe B, organigramme S1
60b	Eléments(4) en béton fibré acier	Résistance à l'écrasement	NBN EN 1916, § 4.3.5 et § 5.1.2	NBN EN 1916, Annexe C en respectant C.4.3 (5)		Annexe B; organigramme S2
60c	Eléments(4) en béton armé	Résistance à l'écrasement	NBN EN 1916, § 4.3.5 et § 5.2.3	NBN EN 1916, Annexe C en respectant C.4.4 (5)	1E/T/N/C	Annexe B; organigramme S3 (6)
70	Tuyaux(7)	Résistance à la flexion longitudinale	NBN EN 1916, Annexe D	NBN EN 1916, Annexe D en respectant D.3.2 ou D 3.3	2E/T/N/C	-

AB ROADS

Tableau A.3 - Contrôle des éléments (RA 21-106 - 2004 24/52)



N°	Eléments	Aspect	Exigence(s)	Méthode	Fréquence	
					Essais de type initiaux (ITT)	Contrôle périodique
80	Tous éléments(8)	Etanchéité à l'eau de l'élément (essai hydrostatique) - méthode 1(9)	NBN EN 1916, § 4.3.7	NBN EN 1916, Annexe E en respectant E.4	3E/T/N/t	Annexe B : organigramme S4
90a	Tous éléments(3)	Etanchéité à l'eau de l'assemblage - méthode 1(9)	NBN EN 1916, § 4.3.7	NBN EN 1916, Annexe E en respectant E.5	2 x 2E/G/S	Annexe B : organigramme S4
90b		Etanchéité à l'eau de l'assemblage - méthode 2(10)		NBN EN 1916, Annexe E en respectant E.5(11)		
100	Eléments en béton armé	Armature	NBN EN 1916, § 4.1.1 et 5.2.1	NBN EN 1916, § 6.3.1	1E/T/N	chaque E essayé jusqu'à rupture selon le n° 60c
110a	Eléments en béton armé	Enrobage	NBN B 21-106, § 5.2.2	NBN EN 1916, § 6.3.2 (12)	1E/T/N	chaque E essayé jusqu'à rupture selon le n° 60c
110b				avec covermètre (13)	1E/T/N	2E/T/N/D
120	Tuyaux de fonçage	Résistance (caractéristique) à la compression sur carottes	NBN EN 1916, § 5.3.2	- NBN EN 1916, § 6.8 (14) et NTN 007: § 2.2.3.2 (16)	1E(15)/T/N	1E(15)/500 E/G ≥ 1E/M
130	Eléments en béton fibré acier	Teneur en fibres	NBN B 21-106, § 5.1.1	NBN B 21-106, Annexe N	1E/T/N/C essayé jusqu'à rupture selon le n° 60b	en cas de doute après détermination de la teneur en fibres sur le béton frais

Prescrire des tuyaux en béton

Exigences Qualiroutes pour les tuyaux en béton

- Les tuyaux sont fabriqués au moyen d'un béton à résistance accrue aux sulfates (conforme à la NBN B 21-106, § 4.3.8.)
- L'étanchéité est réalisée soit avec un joint incorporé au collet soit avec un joint glissant collé en usine ou ancré mécaniquement sur l'about mâle.
- Classe de résistance minimale en relation avec le type de tuyau et le diamètre
- Exigences pour le revêtement en résine d'époxy: conservation, absorption d'eau du béton, adhérence…

AB ROADS

Qualiroutes - I

I. 2.2. CLAUSES TECHNIQUES

I. 2.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:
- tuyaux étanches non soumis à pression interne: C. 38.1
- anneaux, joints et bagues d'étanchéité: C. 39.

Les documents du marché précisent:
- la nature du matériau constituant les tuyaux
- les diamètres nominaux des tuyaux
- le type des tuyaux
- la classe de résistance (si la norme correspondant au produit choisi le prévoit).

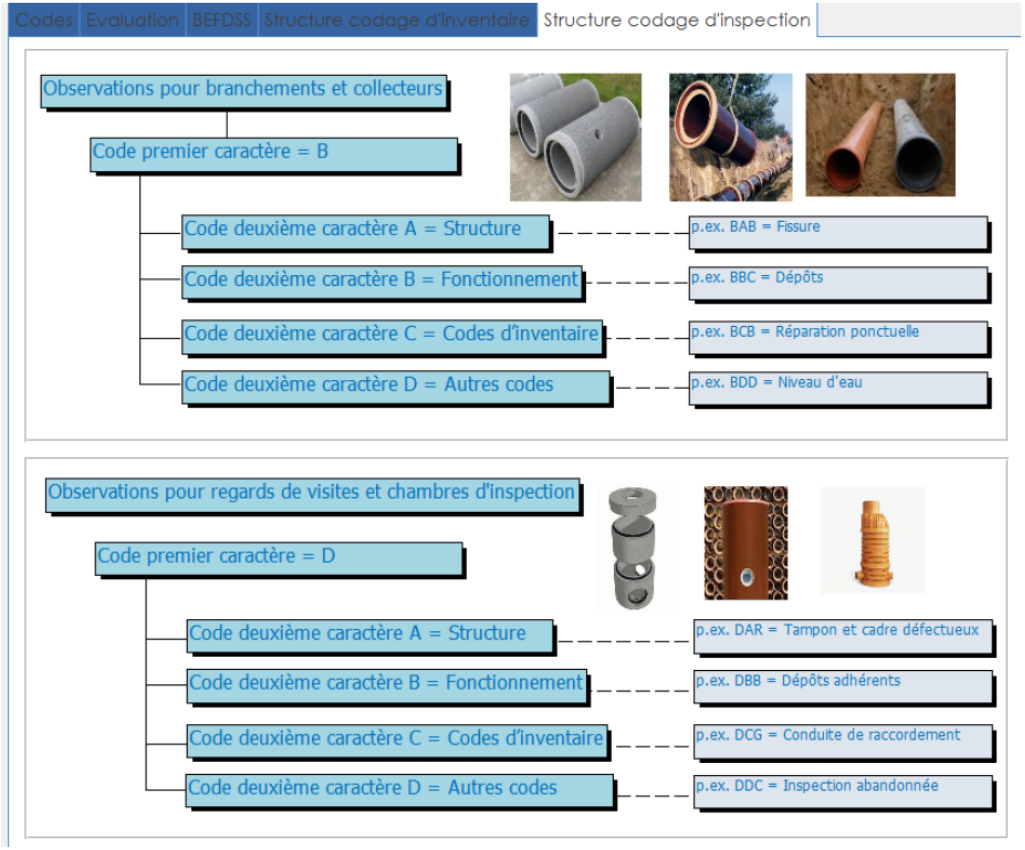
Pour les tuyaux en béton, les documents du marché doivent également indiquer le cas échéant si les canalisations sont à fournir avec un revêtement intérieur ainsi que la hauteur intérieure jusqu'à laquelle il doit être appliqué.

AB ROADS

Contrôle des tuyaux en béton

Contrôles prévus dans Qualiroutes

- Contrôle visuel du tracé et du profil en long
- Contrôle visuel des ouvrages - Le contrôle visuel des canalisations non visitables s'effectue par caméra mobile, après curage
- Essais d ’étanchéité: le nombre d’essais est fixé dans les documents du marché, le fonctionnaire dirigeant désigne les tronçons

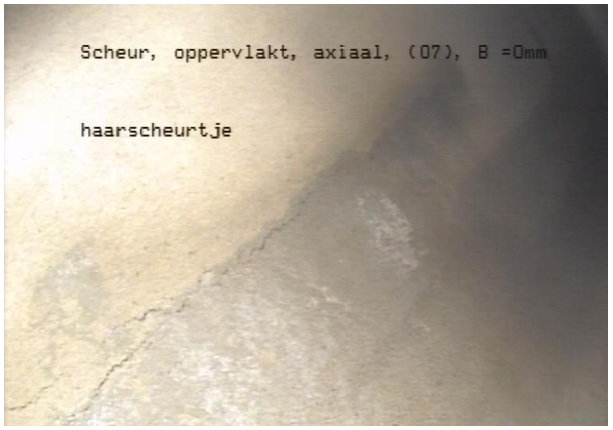


Nouveau catalogue des dégradations NBN EN 13508-2 (CRR)

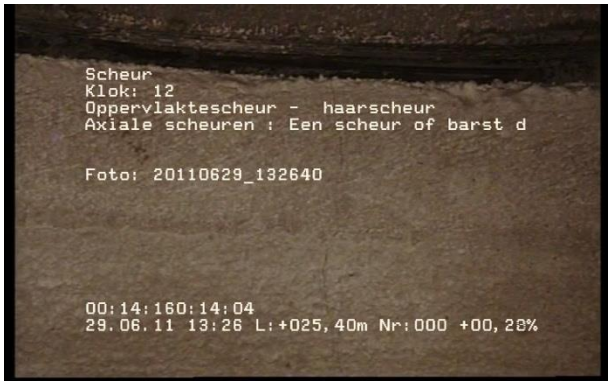
Elément fissuré

- Fissure fine, sans profondeur

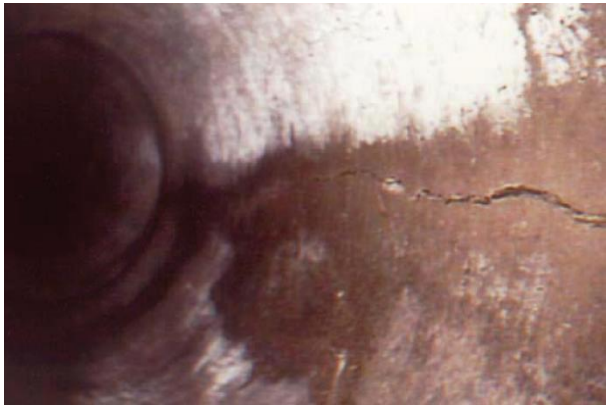
  (A)



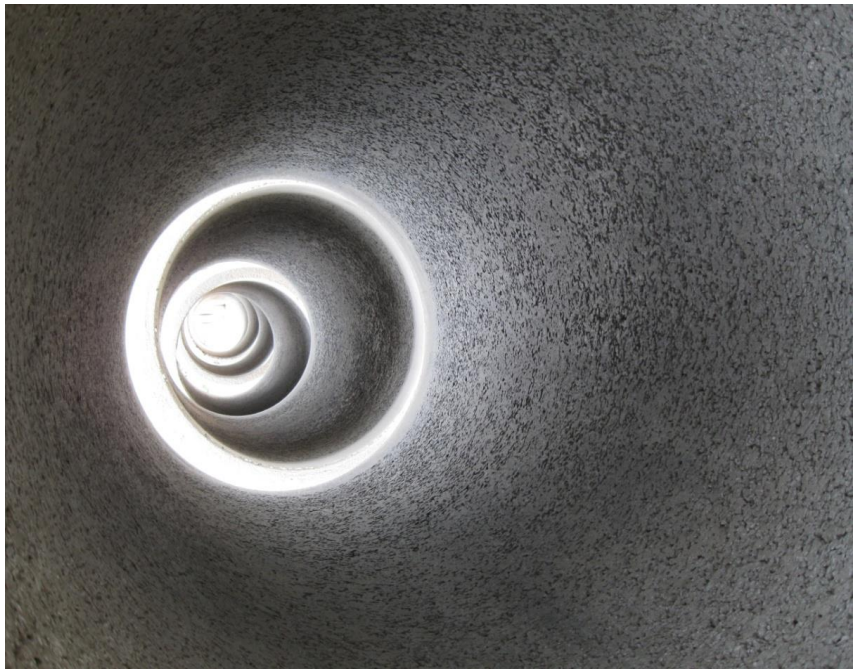
- Fissure fine, avec une ouverture très limitée, pas d'infiltration (B)

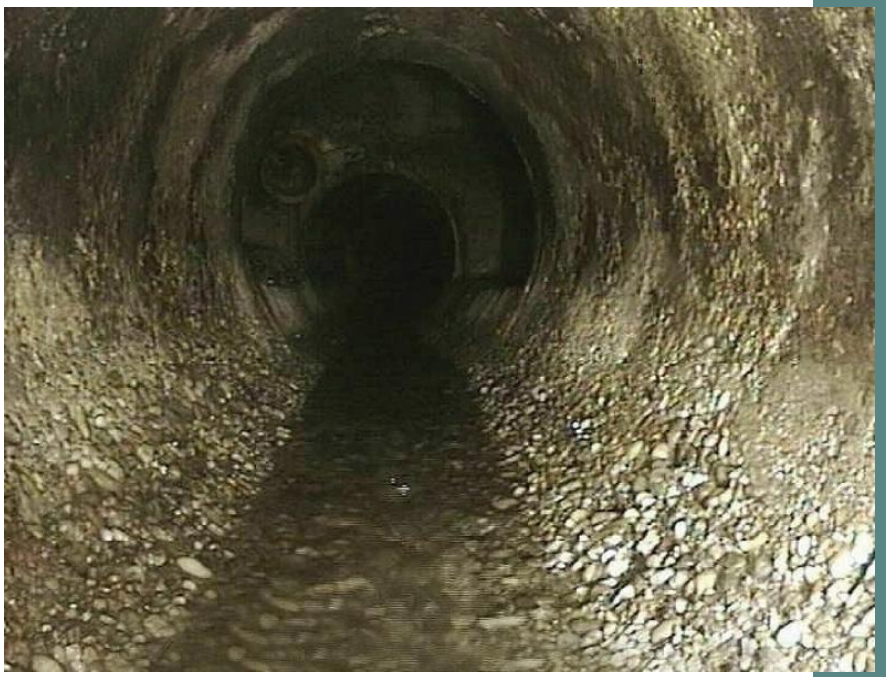


- Fissure ouverte, à réparer (C)

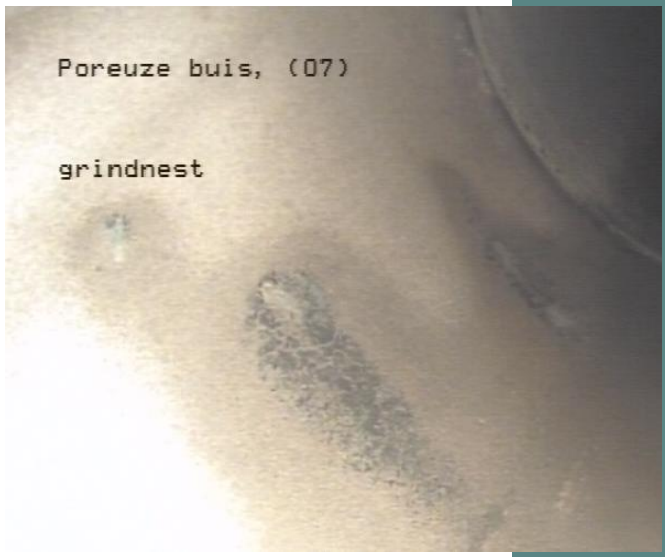


Tuyau poreux – tuyau dégradé

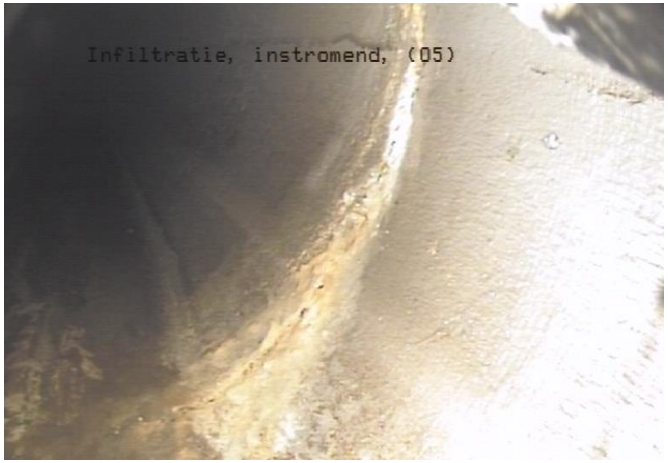


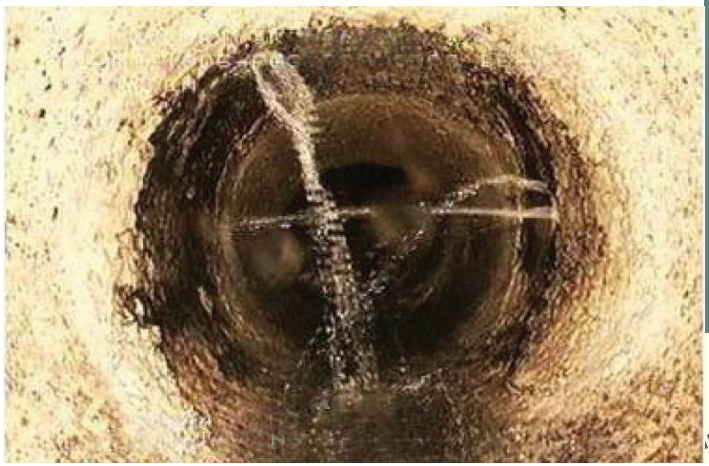


Nids de gravier
avec dépôt de calcites, exsudation ou écoulement



Infiltration d’eau: exsudation – gouttes – flux constant – flux sous pression





Conclusions

- Les tuyaux en béton sont bien contrôlés dès la fabrication en usine
- La certification BENOR donne une meilleure garantie de haute performance par les contrôles internes et externes de fréquences élevées
- Les exigences, posées par Qualiroutes, incluent entre autres la résistance mécanique, l'étanchéité et si nécessaire, la protection du tuyau
- Les contrôles sur chantier – inspection par caméra – doivent prendre en compte les particularités du type de tuyau, p.ex. la présence de microfissures sans danger , de l'eau de condensation sur les parois,…
- Les types de tuyaux spéciaux comme les tuyaux poreux, les tuyaux en béton fibré acier sont bien couverts par la certification

AB ROADS

Merci de votre attention