17.2/15-296_V3

Valide du **06 novembre 2026**

au **30 avril 2027**

Sur le procédé

CLASS R

Famille de produit/Procédé : Procédé de réhabilitation de réseau d'assainissement par coque

Titulaire(s) : Société CHANNELINE INTERNATIONAL FIBERGLASS MANUFACTURING LLC

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 17.2 - Réseaux et épuration / Réseaux

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version annule et remplace la version n°2 de l'Avis Technique. La principale modification concerne la mise à jour de la valeur du module d'élasticité de flexion à long terme garanti à 50 ans.	Lucie CUADRADO	Christian VIGNOLES
V2	Cette version annule et remplace l'ATec n°17.2/15-296_V1. Les principales modifications apportées sont les suivantes : • changement du nom commercial, • ajout d'un nouvel assemblage de type I à joint élastomère, • modification du mastic pour l'assemblage de type II, • modification des caractéristiques mécaniques, • modification des angles maximaux et retrait maximal autorisés pour l'étanchéité, • modification de la valeur de résistance à l'abrasion.	Abdel Kader LAKEL	Christian VIGNOLES

Descripteur :

Les éléments de coques CLASS R préfabriqués par la société CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC sont destinés à la réhabilitation par tubage avec espace annulaire, de collecteurs d'assainissement gravitaires visitables. La coque peut être complète, lorsqu'elle participe à la réhabilitation de la section totale du collecteur. Elle peut aussi se limiter à la cunette lorsque la réhabilitation du radier est uniquement visée.

La forme extérieure des coques est étudiée et un gabarit est créé afin de s'inscrire au mieux à l'intérieur du collecteur à réhabiliter.

Les dimensions transversales extrêmes intérieures des produits fabriqués s'inscrivent dans la gamme de diamètre de 800 à 2200 mm pour les formes circulaires ; et dans les dimensions maximales « largeur x hauteur = 3500 x 2000 mm » pour les autres formes (ovoïde, œuf, ellipse, ellipse aplatie, arche, boîte, boîte aplatie…). Leur longueur, limitée à 1,2 m, est variable en fonction des applications et des conditions spécifiques du projet (accès, section, moyens de calage, pente à respecter, poids des éléments…).

Les éléments de coques sont fabriqués à partir de résine polyester renforcée de fibre de verre (PRV) avec ajout de sable. Elles sont munis d'un système d'emboîtement à tulipe incorporée.

La réhabilitation comprend une phase terminale d'injection annulaire de coulis entre la coque et le collecteur existant.

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification et de fabrication décrites dans le Dossier Technique.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 5
1.1. Domaine d'emploi accepté 5
1.1.1. Zone géographique 5
1.1.2. Ouvrages visés 5
1.2. Appréciation 5
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 5
1.2.2. Durabilité 5
1.2.3. Impacts environnementaux 5
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 6
2. Dossier Technique 7
2.1. Mode de commercialisation 7
2.1.1. Coordonnées 7
2.1.2. Identification 7
2.1.3. Mode de commercialisation 7
2.2. Description 7
2.2.1. Principe 7
2.2.2. Référentiels techniques 8
2.2.3. Caractéristiques des composants 8
2.2.4. Caractéristiques du produit 8
2.2.5. Assemblages des coques 9
2.2.6. Assemblage des cunettes 11
2.2.7. Equipement des coques et des cunettes 12
2.2.8. Caractéristiques mécaniques des coques CLASS R 12
2.2.9. Etanchéité 13
2.2.10. Résistance à l'abrasion 13
2.2.11. Résistance au curage 13
2.2.12. Stabilité thermique 14
2.2.13. Dureté 14
2.3. Dispositions de conception 14
2.3.1. Dimensionnement mécanique 14
2.3.2. Dimensionnement hydraulique 14
2.3.3. Etudes préalables 14
2.4. Conditionnement, manutention, stockage 15
2.4.1. Manutention 15
2.4.2. Transport et stockage 15
2.5. Dispositions de mise en œuvre 15
2.5.1. Coques complètes 15
2.5.2. Cunettes 16
2.5.3. Remarques générales 16
2.5.4. Injections de blocage 16
2.5.5. Essais préalables à la réception 17
2.6. Maintien en service du produit ou procédé 17
2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 17
2.7.1. Mode de fabrication 17
2.7.2. Contrôles internes 17
2.7.3. Contrôles externes 17
2.8. Mention des justificatifs 18

2.8.1. Résultats expérimentaux 18
2.8.2. Références chantiers 18
2.9. Annexe du Dossier Technique 19

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et dans les départements et régions d'Outre-mer (DROM).

1.1.2. Ouvrages visés

Les coques CLASS R sont destinées à la rénovation de canalisations et collecteurs d'assainissement (écoulement gravitaire) utilisés pour véhiculer des eaux pluviales ou des eaux usées domestiques conformes à la réglementation.

Les cunettes préfabriquées sont destinées à améliorer l'état et les performances du radier d'un collecteur existant. En conséquence elles ne peuvent à elles seules garantir l'étanchéité du réseau.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre et de l'entretien

La mise en œuvre du produit peut nécessiter l'usage de composants qui font l'objet de fiches de données de sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuels (EPI).

Les fiches de données sécurité permettent également d'informer l'utilisateur des risques éventuels liés à la mise en œuvre des résines non polymérisées.

1.2.1.2. Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la règlementation, et notamment l'ensemble des obligations règlementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des règlementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.1.3. Aptitude à l'emploi

Il n'y a pas de réglementation technique spécifique applicable aux procédés de rénovation des réseaux d'assainissement par coques. Il convient néanmoins de prendre en considération les référentiels techniques décrits au §2.2.2 du Dossier Technique.

Les procédés de rénovation doivent rendre la canalisation apte à assurer certaines fonctions qu'il convient d'examiner telle que décrites dans le dossier technique :

- caractéristiques dimensionnelles,
- étanchéité,
- tenue mécanique,
- capacité hydraulique du reseau,
- resistance à l'abrasion,
- resistance à la corrosion.

1.2.2. Durabilité

La durabilité des ouvrages rénovés avec les coques CLASS R peut être estimée comparable à celle des réseaux traditionnels constitués de matériaux de même nature. Cette durabilité est apportée par les propriétés du système résine polyester qui, comme en attestent certains composants de réseaux de même nature, ne pose pas de problème lorsqu'ils sont soumis à l'action des eaux pluviales ou eaux usées domestiques dans le domaine d'emploi retenu.

Le réseau réhabilité à l'aide de coques CLASS R ne nécessite pas d'entretien particulier. Toutefois, les réseaux ainsi réhabilités doivent, comme les réseaux classiques, faire l'objet d'un entretien courant : curage, inspection, etc réalisé conformément aux indications figurant au § 2.6 du Dossier Technique.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les coques CLASS R ne disposent d'aucune déclaration environnementale (DE) et ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits visés sont susceptibles d'être intégrés.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il est rappelé que le choix d'un matériau résistant à la corrosion ne doit en rien diminuer la portée de la phase conception du réseau.

Le choix des outils d'hydrocurage doit faire l'objet de vérifications pour s'assurer de leur compatibilité avec les caractéristiques des canalisations.

Il convient de réaliser l'ouverture et l'étanchement des raccordements avec soin en respectant toutes les règles d'intervention et de mise en œuvre spécifiques à ce type de travaux afin de ne pas altérer l'étanchéité du collecteur réhabilité.

Nota : la vérification de l'étanchéité du réseau rénové dans sa totalité peut impliquer que les branchements et autres ouvrages annexes aient été réhabilités.

L'attention est attirée sur les dangers inhérents à la présence d'H2S dans un réseau et, par conséquent, sur le caractère impératif des précautions à prendre, tant en phase travaux qu'en phase exploitation.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société CHANNELINE INTERNATIONAL FIBERGLASS MANUFACTURING LLC
PO BOX 8091
Dubai Investment Park, PH2,
DUBAI (United Arab Emirates)
Tél. : +971 4 884 8383
E-mail : sales@apsdubai.com ; dev@channeline-international.com ; timwebb@apsdubai.com
Internet : www.channeline-international.com
Usine : UAE - DUBAI

2.1.2. Identification

Les coques CLASS R sont identifiables par un marquage conforme aux exigences de la marque QB.
Les indications minimales suivantes sont portées sur chaque coque :

- Identification du fabricant : CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC + site de fabrication,
- Appellation commerciale : CLASS R,
- Numéro du moule,
- Dimensions nominales (épaisseur de paroi, hauteur et largeur interne),
- Référence chantier ou de la commande,
- Date de fabrication,

Le logo QB suivi de la référence figurant sur le certificat.

2.1.3. Mode de commercialisation

Les coques et cunettes CLASS R sont commercialisées par CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les coques préfabriquées CLASS R sont destinées à la réhabilitation de réseaux d'assainissement par tubage avec espace annulaire.
Elles comprennent :

- des coques entières, mono-éléments de formes circulaires ou non (Figure 1 ci-dessous).
- des cunettes ou coques partielles.



Figure 1 : Principe de réhabilitation par coque entière mono-élément.

La coque peut être complète, lorsqu'elle participe à la réhabilitation de la section totale du collecteur. Elle peut aussi se limiter à la cunette lorsque la réhabilitation du radier est uniquement visée.
La forme extérieure des coques est étudiée et un gabarit est créé afin de s'inscrire au mieux à l'intérieur du collecteur à réhabiliter.

Les dimensions transversales extrêmes intérieures des produits fabriqués s'inscrivent dans la gamme de diamètre de 800 à 2200 mm pour les formes circulaires ; et dans les dimensions maximales « largeur x hauteur = 3500 x 2000 mm » pour les autres formes (ovoïde, œuf, ellipse, ellipse aplatie, arche, boîte, boîte aplatie...).

Leur longueur, limitée à 1,2 m, est variable en fonction des applications et des conditions spécifiques du projet (accès, section, moyens de calage, pente à respecter, poids des éléments...).

Les coques sont principalement caractérisées sur le plan mécanique par l'épaisseur, la structure de la paroi, le module d'élasticité, l'allongement en milieu acide et la résistance en flexion de la paroi. Les épaisseurs sont comprises entre 6 et 60 mm.

Les éléments de coques sont fabriqués à partir de résine polyester renforcée de fibre de verre (PRV) avec ajout de sable. Elles sont munis d'un système d'emboîtement à tulipe incorporée.

Les produits peuvent être assemblés à l'aide de deux types de joints en fonction des conditions de leur utilisation et des besoins du maître d'ouvrage.

La réhabilitation comprend une phase terminale d'injection annulaire de coulis entre la coque et le collecteur existant.

2.2.2. Référentiels techniques

Les référentiels auxquels répondent les coques CLASS R sont les suivants :

Normes produit :

- ISO 16611.

Dimensionnement :

- Les « Recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » (ASTEE-TSM 06-2017).

Recommandations de pose :

- Les « Recommandations pour la Réhabilitation des Réseaux d'assainissement » (A.G.H.T.M. 1998) en ce qui concerne les coques circulaires.
- Le Manuel sur l'état de l'art portant sur "le tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire", document réalisé dans le cadre du projet National d'Assainissement Urbain de juillet 2000 (RERAU 4) en ce qui concerne les coques non circulaires.
- Le Guide Technique portant sur la "Restructuration des collecteurs visitables" du groupe RERAU 4 (Tomes 1 et 2 publiés en 2002 et 2004).
- WRc - Sewerage Rehabilitation Manual (SRM) volume 4 « Manuel pour la réhabilitation de collecteurs d'assainissement du WRc » Quatrième édition publiée en 2001.

2.2.3. Caractéristiques des composants

Les matières premières répondent aux spécifications de la norme ISO 16611.

Les constituants employés, dans des proportions adaptées, dans la fabrication du PRV sont les suivants :

2.2.3.1. Résine

Il s'agit de résines polyester (orthophtalique et isophtalique) insaturées conformément au groupe 4 de la norme NF EN 13121-1. Les résines sont de type 1110 selon la norme DIN 16946-2.

2.2.3.2. Renforcement

Il s'agit de voile de verre de type C et mats de verre du type E, C ou ECR formés de roving unidirectionnel (UD) ou bidirectionnel (BD) et des mats de fibres de verre coupées (CSM=Chopped Strand Mat).

2.2.3.3. Charge

Le sable utilisé pour la confection du noyau a un taux de silice > 99% et la granulométrie des grains est inférieure à 0,4mm.

2.2.4. Caractéristiques du produit

2.2.4.1. Structure

La paroi des coques CLASS R comprend différentes couches, comme décrite sur la figure 2 ci-dessous :

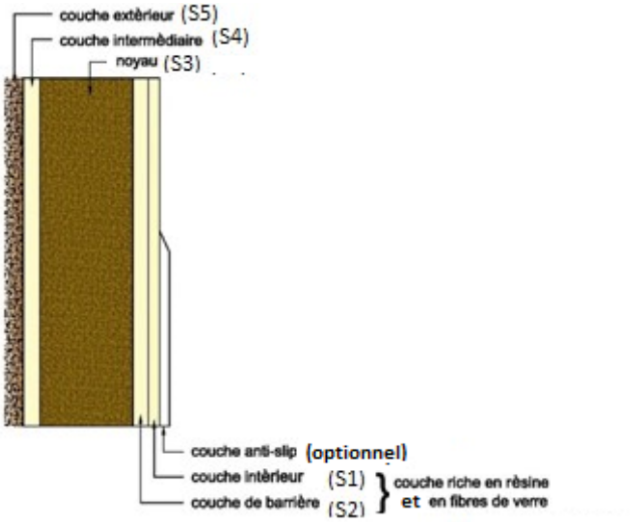


Figure 2 : Constitution de la paroi de la coque

La paroi des coques CLASS R comprend de l'intérieur vers l'extérieur :

• une couche de surface S1 formée de fibres de verres type C et de résine polyester isophtalique insaturé. L'épaisseur de la couche est de minimum 0,4mm. A la demande, il peut être appliqué sur la couche de surface une couche antidérapante d'une largeur d'environ 0,8 m composée de résine et de grains de carburundum.

• Une couche barrière (S2a) composée de fibres de verres et de résine polyester insaturé, d'épaisseur de 1mm.

• une couche intérieure (S2b) formée de fibres de verres et de résine polyester insaturé, d'épaisseur minimum de 2mm,

• un noyau (S3) formé de résine polyester et de sable de silice,

• une couche intermédiaire (S4) formée de fibres de verres et de résine polyester insaturé, d'épaisseur minimum de 2mm,

• une protection extérieure (S5) formée d'un mélange de résine et sable grossier incrusté favorisant l'adhérence d'un coulis injecté dans l'espace annulaire lors de la mise en œuvre, d'une épaisseur de 1 à 3mm.

Seules les couches S2, S3 et S4 sont structurantes. La somme de ces trois épaisseurs correspond à l'épaisseur minimale de calcul. L'épaisseur totale est ajustée en modifiant l'épaisseur des couches S2 et S3.

2.2.4.2. Aspect, état de finition

Les couches S1 et S2a sont pigmentées en beige. L'ensemble des autres couches ne sont pas pigmentées.

La surface extérieure est d'aspect granuleux et de la couleur du sable de silice utilisé.

La surface intérieure est lisse et d'aspect glacé, de couleur beige. La surface intérieure doit être exempte de toute fissure ou de défaut visible.

La couche antidérapante éventuelle est de couleur noire ou rouge.

Les abouts sont revêtus de résine.

2.2.4.3. Caractéristiques géométriques

Les dimensions des coques, de la paroi et des assemblages sont définies et contrôlées selon les modalités prévues dans le plan de contrôle interne.

Pour les coques non circulaires, les dimensions nominales sont indiquées par BN(B) x HN(H), où B est la largeur intérieure maximale déclarée et H est la hauteur intérieure maximale déclarée exprimées en millimètre.

Pour les coques circulaires, les diamètres nominaux sont indiqués par DN(D), où D est le diamètre intérieur déclaré exprimé en millimètre.

L'épaisseur de la coque fournie par CHANNELINE INTERNATIONAL FIBERGLASS MANUFACTURING est définie comme étant l'épaisseur structurante (S2+S3+S4). L'épaisseur totale de la coque est égale à l'épaisseur structurante augmentée de S1 (0,4 mm) et S5 (1 à 3 mm). Une surépaisseur de paroi des coques est autorisée, dans la limite de 10 mm.

La tolérance sur la longueur utile est de +20/-10 mm.

Les plans d'abouts doivent être lisses et perpendiculaires à l'axe longitudinal. Les écarts maximaux autorisés figurent dans le tableau 1 ci-dessous.

Dimension intérieure (mm)	**Δ (mm)**
Circulaires de 800 à 1400 mm	<8
Circulaires de 1400 à 2200 mm	<10
Autres : L x H jusqu'à 3500 x 2000 mm	<10

Tableau 1 : tolérance de perpendicularité des plans d'abouts

2.2.5. Assemblages des coques

Les coques CLASS R sont munies d'emboîtement à tulipe incorporée.

Deux types d'emboîtement sont utilisés :

2.2.5.1. Assemblages de type I

L'assemblage de type I est réalisé avec un joint élastomère.

Le joint élastomère existe en deux géométries.

- Le joint C89, prélubrifié pour faciliter le montage, constitué d'un élastomère EPDM positionné dans une gorge. Ce joint est conforme à la norme EN 681-1, et est de type WC40. Ce joint présente des caractéristiques dimensionnelles conformes aux figures 3 et 4.

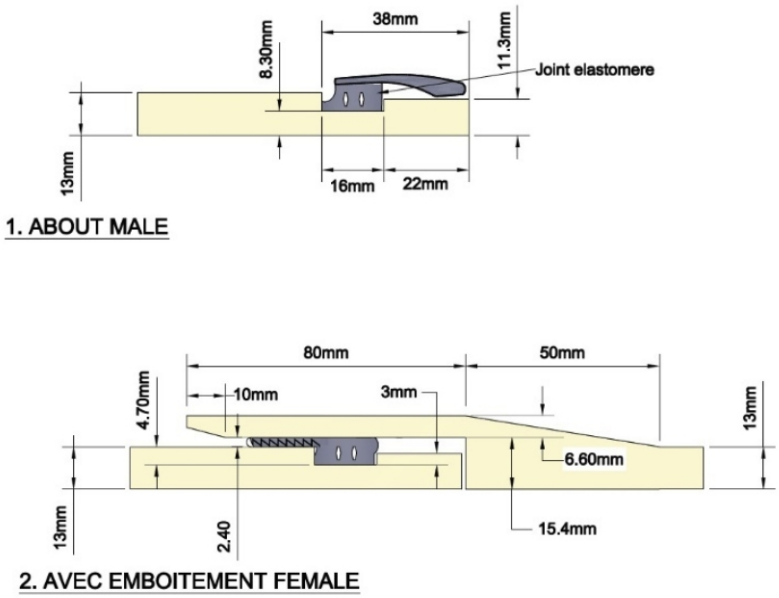


Figure 3 : Assemblage de type I – Joint C89

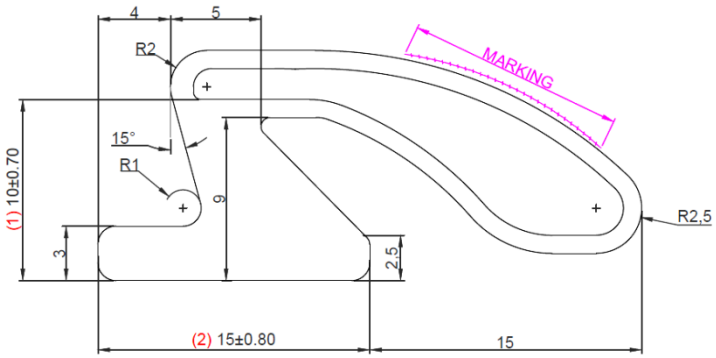


Figure 4 : Caractéristiques dimensionnelles du joint élastomère en EPDM C89

- Le joint S19 Spigot seal constitué d'un élastomère EPDM positionné dans une gorge. Ce joint est conforme à la norme EN 681-1, et est de type WC40. Ce joint présente des caractéristiques dimensionnelles conformes aux figures 5 et 6.

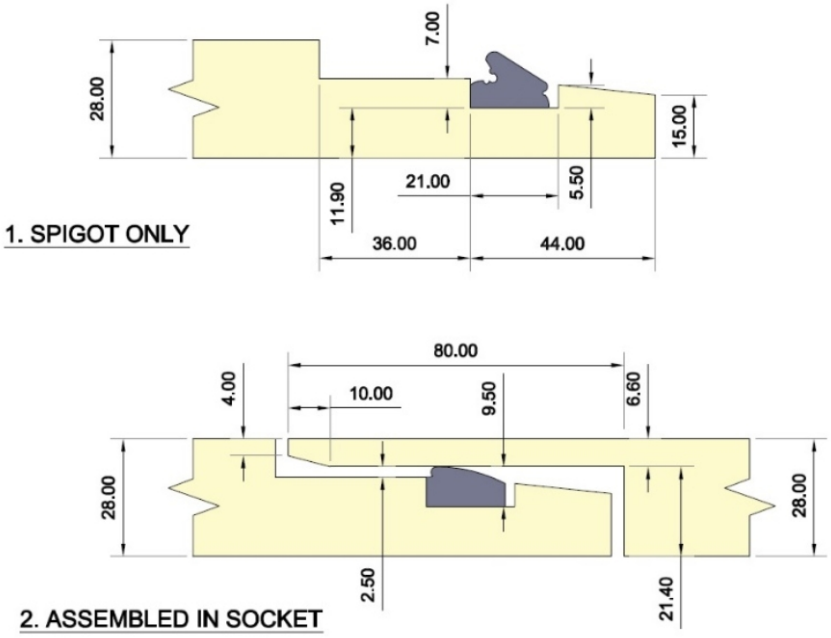


Figure 5 : Assemblage de type I – Joint S19 Spigot seal

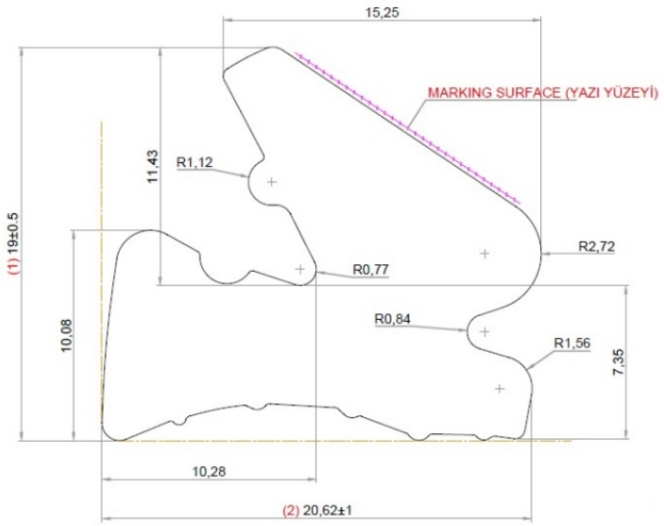


Figure 6 : Caractéristiques dimensionnelles du joint élastomère en EPDM S19 Spigot Seal

2.2.5.2. Assemblage de type II

Celui-ci est constitué d'une tulipe femelle et d'un about mâle. L'assemblage est solidarisé sur chantier à l'aide d'un mastic vinylester à base époxy.

L'assemblage de type II peut être de type débordant ou non et peut être utilisé pour tout type de coque entière ou cunette.

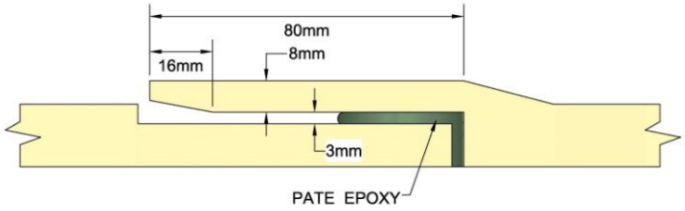


Figure 7 : assemblage de type II

2.2.6. Assemblage des cunettes

Les cunettes sont fixées avec des ancres chimiques en acier inoxydable dans la paroi de l'égout existant. Deux types de jonctions sont utilisables :

2.2.6.1. Connexion lisse/manchon ouverte

L'about mâle est posé dans l'emboitement, et solidarisé avec l'about femelle au moyen de résine vinylester à base époxy. Un orifice de diamètre 10 mm ou 12 mm est foré au travers de la coque dans l'ouvrage existant, à une profondeur prenant en compte l'épaisseur de la coque, l'épaisseur de l'about femelle et la canalisation existante.

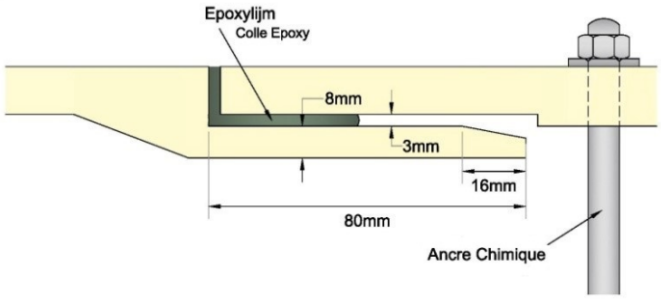


Figure 8 : Jonction n°1 pour cunette

2.2.6.2. Assemblage par tenon-mortaise

L'about mâle est emboité dans l'about femelle, où aura été préalablement introduit de la colle vinylester à base époxy. Un orifice de diamètre 10 mm ou 12 mm est foré au travers de la coque dans l'ouvrage existant, à une profondeur prenant en compte l'épaisseur de la coque, l'épaisseur de l'about femelle et la canalisation existante.

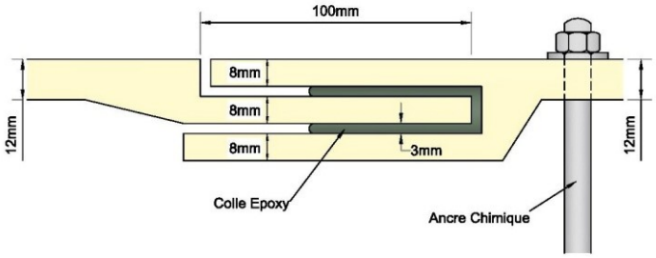


Figure 9 : jonction n°2 pour cunette

Cette deuxième solution est recommandée, notamment pour les cunettes.

2.2.7. Equipement des coques et des cunettes

Des trous d'injections de coulis ou de fixation peuvent être préalablement percés en usine.

2.2.8. Caractéristiques mécaniques des coques CLASS R

Les valeurs des caractéristiques mécaniques (module d'élasticité, résistance à la flexion, résistance à la traction radiale et longitudinale, allongement en flexion) décrites ci-après concernent les couches structurantes (barrière + intérieure + noyau + intermédiaire), correspondant à l'épaisseur nominale de la paroi.

Les échantillons testés sont prélevés dans les parties de rayon de courbure maximal, soit en général sur les pieds droits des coques produites.

2.2.8.1. Caractéristiques en flexion

Le module d'élasticité en flexion à court terme (minimal garanti) E_{CT}, l'allongement (minimal garanti) ε_{CT}, et la contrainte associée (minimale garantie) σ_{CT} sont mesurés dans le cadre des essais de contrôle conformément à la norme NF EN ISO 178.

Les valeurs de module d'élasticité de flexion à long terme en milieu humide (minimal garanti) E_{LT} sont évalués selon les normes ISO 16611 et ISO 10468. Les données expérimentales sont exploitées selon la norme ISO 10928 (méthode B). Les valeurs considérées sont celles en milieu humide.

La valeur de l'allongement de rupture à long terme en milieu acide est évaluée sur la base d'essais de type réalisés selon la norme ISO 10952 (éprouvettes soumises à une solution contenant 0,5 mol/litre d'acide sulfurique) et exploités selon la norme ISO 10928 (méthode A).

Caractéristiques du produit		**Valeur**
Module d'élasticité en flexion garanti à court terme $E_{0,k}$	A court terme	10 000 MPa
Contrainte de flexion garantie à court terme $\sigma_{fb,k}$		120 MPa
Allongement de flexion garanti à court terme $\varepsilon_{fb,k}$		1,0 %
Module d'élasticité de flexion à long terme E_x garanti à 50 ans $E_{50,k}$	A long terme	6 300 MPa
Contrainte de flexion à long terme $\sigma_{fb,L,k}$		60 MPa
Allongement limite à long terme en milieu acide ε_{LT}		0,77 %

Tableau 2 : Caractéristiques en flexion à court terme et à long terme

2.2.8.2. Résistance initiale à la traction longitudinale

Les valeurs minimales à la traction dans le sens longitudinal à court terme sont conformes au tableau 2 de la norme ISO 16611. Ces valeurs sont obtenues dans le cadre d'essais de contrôle de routine conformément à la norme ISO 8513 :2016 (méthode A).

2.2.9. Etanchéité

Les coques CLASS R sont, de par le procédé de fabrication employé, étanches à l'eau, aussi bien de l'intérieur vers l'extérieur (effluents) que de l'extérieur vers l'intérieur sous l'effet des charges hydrostatiques dues à la présence d'une nappe phréatique.

2.2.9.1. Assemblage de type I

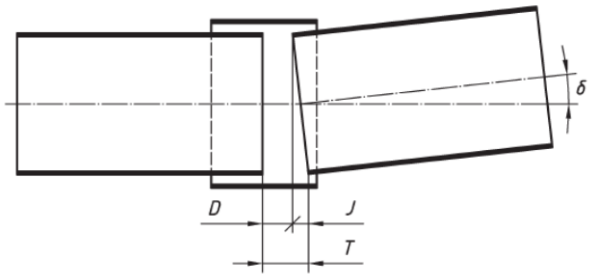
Les assemblages de type I sont adaptés à un emploi dans des systèmes de canalisations gravitaires.

Les assemblages sont équipés de garnitures d'étanchéité décrites au § 2.2.4.1.

Les retraits totaux maximaux autorisés, T, figurent tableau 3.

Le retrait maximal D autorisé selon la norme ISO 16611 est égale à 0,2% de la longueur maximale utile de la coque soit 2,4mm.

La déviation angulaire admissible maximale « δ » est égale à arcsin((T-D)/(MLW)), avec MLW : dimension interne maximale de la coque dans le plan de déviation angulaire.



Exemple :

MLW : 1200mm

Emboitement : Type I avec Joint S19

Ainsi, δ = arcsin((T-D)/(MLW)) = arcsin((13,8-2,4)/(1200))

δ = 0,0095 radian soit 0,0095x180/π = 0,54°.

Description du type d'emboitement	Retrait total maximal admissible T (mm) selon ISO 16611
Type I avec Joint C89	20,2
Type I avec Joint S19	13,8

Tableau 3 – Retrait total maximal admissible T

Les essais de type sont menés selon les principes décrits dans la norme NF EN 1119 « Systèmes de canalisations en PRV – Méthodes d'essai d'étanchéité et de résistance à l'endommagement des assemblages flexibles et à articulation réduite » ou selon la norme ISO 8639 « Tubes et raccords en plastiques thermodurcissables renforcés de verre (PRV) - Méthodes d'essai pour l'étanchéité et preuve de conception structurelle de joint flexible » selon le joint EPDM » selon les critères de la norme ISO 16611. Ces essais sont synthétisés dans les tableaux 4 et 5 en annexe.

2.2.9.2. Assemblage de type II

Ces assemblages, utilisés en réseaux visitables, sont principalement destinés à assurer l'étanchéité lors de la mise en œuvre du coulis. Pour cette application les joints de type II donnent satisfaction. Sauf dispositions constructives particulières les assemblages de type II ne permettent pas de garantir l'étanchéité du réseau.

Le mastic vinylester à base époxy préconisé par CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC est le mastic Channelbond VE.

Les essais de type sont menés selon les principes décrits dans la norme ISO 8533 « Tubes et raccords en plastiques thermodurcissables renforcés de verre (PRV) - Méthodes d'essai pour confirmer la conception des assemblages scellés ou enrobés » selon les critères de la norme ISO 16611. Ces essais sont synthétisés dans le tableau 6 en annexe.

2.2.10. Résistance à l'abrasion

Les essais de type menés selon les principes décrits dans la norme CEN/TR 15729 ont montré que les produits testés présentent une diminution d'épaisseur inférieure à 0,32 mm après 200 000 glissements (soit 100 000 cycles).

2.2.11. Résistance au curage

Les coques CLASS R font l'objet d'un essai de comportement à l'hydrocurage réalisé selon le protocole basé sur la norme DIN 19523.

2.2.12. Stabilité thermique

Le comportement et les caractéristiques mécaniques des coques CLASS R sont peu affectés par les variations de température, dans la limite des changements d'état physique des résines dans leur phase vitreuse (température de transition vitreuse TG ≥ 70°C mesurée selon la norme NF EN ISO 11357-2).

Les coques CLASS R sont conçues pour supporter des conditions de service qui vont au-delà des valeurs traditionnelles des effluents urbains en France (effluents liquides de 0 à 35°C, air ambiant -25 à + 50°C).

2.2.13. Dureté

La dureté barcol du composite sera au minimum de 30, suivant la norme d'essai NF T57-106.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Dimensionnement mécanique

2.3.1.1. Coques entières

La vérification de l'aptitude à la fonction mécanique attendue fait l'objet d'une étude spécifique pour chaque chantier. Cette vérification est réalisée par CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC ou par tout autre bureau d'étude spécialisé.

Le dimensionnement mécanique de l'ouvrage réhabilité se fait selon la méthode décrite dans le document « Recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » de l'ASTEE (TSM 06-2017).

Les paramètres de calcul relatifs à la conduite sont :

- L'épaisseur structurante (épaisseur de calcul) égale à S2+S3+S4,
- Les modules d'élasticité à court terme et à long terme E_{CT} et E_{LT},
- Les contraintes de flexion caractéristiques à court terme et à long terme σ_{CT} et σ_{LT},
- Le coefficient de Poisson du matériau qui est de 0,30,
- En ce qui concerne les coques circulaires, la déformation initiale e0 avant application des charges. Ce défaut de forme sera pris égal à 1% d'ovalisation forfaitaire c'est-à-dire e_0 = 0,005 DN,
- L'allongement minimal à long terme en milieu acide εLT.

2.3.1.2. Cunettes

Le choix de l'épaisseur de la cunette est déterminé essentiellement par la forme, les dimensions du produit et les conditions de manutentions et de pose.

La cunette ne peut pas rendre l'ouvrage existant structurant mais doit être considérée comme une peau d'étanchéité qui améliore aussi les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage, sa résistance à l'abrasion et confère une protection chimique contre les effluents véhiculés.

Les cunettes et le nombre et l'emplacement des ancres chimiques doivent être dimensionnées et calculées pour résister à la pression exercée par le coulis de blocage en phase de mise en œuvre, ainsi qu'à la poussée de la nappe phréatique en phase d'exploitation. Ces calculs seront réalisés suivant la méthode des éléments finis ou selon les principes exposés dans le § 5.4 du "Manuel sur l'état de l'art – Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire" publié par RERAU.

2.3.2. Dimensionnement hydraulique

2.3.2.1. Coques entières

Pour apprécier la nouvelle capacité hydraulique de la canalisation rénovée, il convient de tenir compte de la réduction substantielle de la section d'écoulement liée à l'espace annulaire et à l'épaisseur de la coque. La nouvelle capacité hydraulique doit donc être vérifiée en appliquant la méthode de calcul préconisée par la norme NF EN 16933-2 sur la base des données de l'Instruction 77.284/INT de juin 1977. A titre estimatif, ce calcul basé sur la méthode de Colebrook-White pourra utiliser un coefficient Ks de 0,3 mm.

La rénovation peut montrer dans certains cas une amélioration de la capacité d'écoulement. Cette amélioration découle :

- de la suppression des défauts géométriques de la canalisation,
- de l'amélioration du coefficient de frottement sur la paroi de la canalisation.

2.3.3. Etudes préalables

Après curage et nettoyage soignés de la conduite existante et éventuellement son traitement (fissures, venues d'eau, enlèvement des obstacles...), l'entreprise chargée des travaux de réhabilitation effectuera un examen visuel afin de vérifier l'état d'accueil de l'ouvrage à réhabiliter.

L'entrepreneur / installateur procède à un examen détaillé de l'ouvrage à réhabiliter. Il établit un gabarit montrant les dimensions extérieures maximales des coques tout en respectant un espace annulaire minimum de 25 mm.

A partir de ce gabarit et à réception des détails de section de l'ouvrage, CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC réalise des plans d'exécution incluant le contour extérieur à l'emboîtement, le contour extérieur du corps et le contour intérieur de la future coque en fonction des éléments remis.

Les plans sont envoyés à l'entreprise qui doit s'assurer par le passage d'un gabarit, de préférence en 3 dimensions, ou par tout autre moyen de la parfaite adaptation de la coque proposée à l'ouvrage en place.

2.3.3.1. Cunettes

Les cunettes réhabilitées à l'aide de coques CLASS R doivent être considérées comme un revêtement du radier qui améliore les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage final.

2.4. Conditionnement, manutention, stockage

2.4.1. Manutention

Il est conseillé d'utiliser des sangles ou élingues en textile. L'emploi de chaînes même protégées est à proscrire. Les éléments ne doivent pas être élingués par l'intérieur ou en utilisant des crochets aux extrémités.

2.4.2. Transport et stockage

Les coques arrivent sur chantier stockées debout dans un container (transport maritime). Le déchargement doit être soigneux avec des moyens adaptés (transpalette, grue ou chariot élévateur).

Les éléments sont stockés sur des aires planes, propres et de préférence conditionnés tels que transportés sur les camions de livraison. L'aire de stockage doit se situer dans une zone protégée de tout risque de choc et de projection de matériaux. Les éléments doivent être protégés de tous risques de déplacements qui pourraient être causés par les éléments atmosphériques (vent, orage, inondation, etc.), ou autres (public, etc.).

Si les éléments sont livrés les uns dans les autres, il convient de les trier sur une aire de stockage avant de les barder à l'intérieur de l'ouvrage à réhabiliter. La manutention sera soignée pour ne pas endommager les éléments.

Le stockage des éléments équipés de joints pendant une période supérieure à six mois est à proscrire. Le stockage des éléments sans joint est limité à un an.

Certains profils peuvent nécessiter un étaiement pendant le stockage.

2.5. Dispositions de mise en œuvre

Elle s'effectue selon le "Manuel sur l'état de l'art – Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire" chapitre 2 et le Guide sur la restructuration des grands ouvrages enterrés d'assainissement du groupe RERAU 4 (Tomes 1 et 2).

Les modalités de pose sont décrites dans un guide d'installation déposé au CSTB.

2.5.1. Coques complètes

Après préparation de l'ouvrage à réhabiliter, la mise en place des coques suit les spécifications du guide de pose. En particulier :

- Préparation, nettoyage, injection et consolidations éventuelles de l'ouvrage à réhabiliter,
- Perçage éventuel des trous d'injection sur les coques (en usine ou sur chantier),
- Repérage in situ et préparation des branchements latéraux dans l'ouvrage existant pour permettre le raccordement futur,
- Transport des coques à pied d'œuvre à l'aide de chariots, tire fort ou treuil,
- Nettoyage et préparation des joints,
- Insertion des joints,
- Vérification des positions altimétriques et planimétriques,
- Calage et étaiement selon les recommandations de CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC en prenant soin d'en respecter le nombre, l'emplacement et de ne pas déformer ou abîmer les coques,
- Raccordement des branchements éventuels (à l'aide de selles PRV ou de tuyaux en PVC ou PRV sur mesure et de résine époxydique),
- Remplissage du vide annulaire à l'aide de l'injection d'un coulis à base de ciment. L'injection s'effectue à débit et pression contrôlée et en plusieurs phases. Dans certains cas un étaiement intérieur vertical et/ou horizontal peut s'avérer nécessaire.

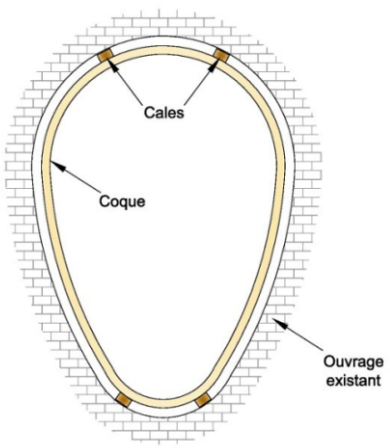


Figure 10 : Principe de montage d'une coque entière

2.5.2. Cunettes

Après préparation de l'ouvrage à réhabiliter, la mise en place des cunettes est effectuée selon les règles de l'art et comprend entre autres :

- Transport des éléments à pied d'œuvre,
- Nettoyage et préparation des joints,
- Acheminement et présentation des éléments,
- Insertion des joints,
- Calage en prenant soin de respecter le nombre et l'emplacement des cales, et de ne pas déformer ou abîmer les coques,
- Vérification des positions altimétriques et planimétriques,
- Fixation des éléments à la paroi de l'ouvrage existant à l'aide d'ancres chimiques. Leurs nombres et leurs emplacements devront être scrupuleusement respectés (se référer à la note de calcul).
- Injection du vide entre coque et ouvrage avec un coulis de blocage.

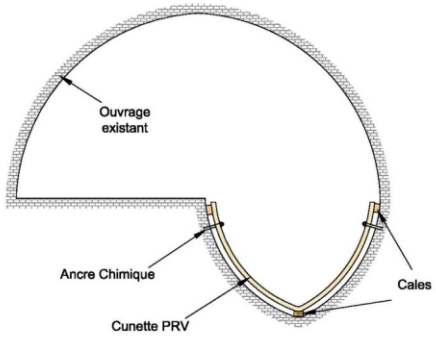


Figure 11 : Principe montage cunette

2.5.3. Remarques générales

Toute découpe de matériau doit être suivie du recouvrement des parties à vif par une couche de résine de protection en veillant à respecter les consignes de sécurité indiquées pour l'utilisation des produits constitutifs des résines, comme les catalyseurs, primaire etc., particulièrement lorsque utilisés en atmosphère confinée.

En condition humide, il est recommandé d'utiliser uniquement des résines époxy sans solvants.

Il est également recommandé de prendre particulièrement soin des raccordements aux regards et chambres existants lors de la définition du projet.

2.5.4. Injections de blocage

On se conformera aux recommandations des § 2.4 et 2.5 du " Manuel sur l'état de l'art – Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire" publié par RERAU et du § 2.32 du Guide sur la restructuration des grands ouvrages enterrés d'assainissement du groupe RERAU 4 tome 1.

La principale fonction du coulis d'injection est d'assurer le remplissage du vide annulaire et le blocage des coques. Une bonne mise en place du coulis est le garant d'une bonne tenue des coques.

Le coulis recommandé par CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC pour les coques et les cunettes est le Dammer R. Sa résistance à la compression une fois durcie doit être supérieure à 12 N/mm2 à 28 jours.

L'injection se fait gravitairement et en minimum 3 phases afin de limiter les pressions au niveau de la coque :

- Jusqu'à +/- 10 cm du radier.
- Jusqu'à mi- hauteur.

- Jusqu'à la voute.

En fonction des pressions d'injection au niveau du radier de l'ouvrage, les coques doivent être étayées. Dans tous les cas, il est impératif de respecter les hauteurs d'injection et de surveiller le comportement des coques pendant l'injection.

L'utilisation d'évents permet d'éviter la formation de poches non injectées. Les évents devront être positionnés afin de faciliter l'injection du coulis.

Des carottes forées au travers des coques et coulis durci permettent de s'assurer de la bonne mise en place du coulis.

Finalement, les opérations suivantes sont réalisées :

- Fermeture des trous d'injection à l'aide des bouchons livrés à cet effet ou par scellement à l'époxy,
- Raccordements aux regards.

Enfin, il est recommandé de vérifier la géométrie intérieure de la coque à la fin des opérations de remplissage du vide annulaire et de nettoyer la conduite rénovée.

2.5.5. Essais préalables à la réception

Les essais préalables à la réception sont réalisés conformément aux "Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement" (ASTEE 02/2004).

2.6. Maintien en service du produit ou procédé

Les produits CLASS R ne réclament pas d'entretien particulier autre que l'entretien classique des réseaux d'assainissement : curage, inspection, etc.

Les coques CLASS R peuvent être hydrocurées avec une pression maximale de curage hydraulique de 100 bars pour un débit de 280 L/min.

L'usage d'accessoires de curage avec une action mécanique complémentaire est proscrit (par exemple curage par chaînes).

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Mode de fabrication

La fabrication de chaque lot de coques fait l'objet d'un cahier des charges spécifique au chantier considéré.

La fabrication est réalisée par CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC sur son site de Dubaï. Les coques CLASS R sont fabriquées par le procédé de « moulage au contact » sur des moules en polyester construits suivant un gabarit réalisé spécifiquement pour l'opération.

L'emboiture femelle est obtenue directement par la forme du moule. L'embout mâle est construit en parallèle, puis solidarisé aux différentes couches après la fabrication des couches S1, S2a et S2b. Les couches S4 et S5 recouvre l'emboiture femelle.

2.7.2. Contrôles internes

Les contrôles portent notamment sur :

- Les matières premières et produits achetés,
- Les paramètres de production,
- Les produits finis.

Les contrôles effectués par CHANNELINE INTERNATIONAL FIBER GLASS MANUFACTURING LLC sont définis dans le cadre d'un plan d'assurance qualité déposé au CSTB.

2.7.3. Contrôles externes

2.7.3.1. Système qualité

Le système qualité mis en place pour la fabrication est certifié ISO 9001 version 2015.

2.7.3.2. Certification des produits

Les coques CLASSE R font l'objet d'une certification matérialisée par la marque QB qui atteste la régularité et le résultat satisfaisant du contrôle interne.

La marque QB certifie les caractéristiques suivantes :

- caractéristiques dimensionnelles,
- caractéristiques mécaniques.

Dans le cadre de la Certification QB, le CSTB audite périodiquement les sites de fabrication pour :

- Examen du système qualité mis en place,
- Vérification en usine des caractéristiques dimensionnelles et mécaniques d'un produit fabriqué par rapport aux caractéristiques figurant dans la commande spécifique au chantier,
- Prélèvement d'éprouvettes destinées à la réalisation d'essais de recoupement et portant au minimum sur les caractéristiques suivantes : dimensionnel, module d'élasticité, résistance en flexion et allongement à court terme (§ 2.6.1.1).

Les résultats de ce suivi sont examinés par le comité d'évaluation des certificats.

Le certificat est disponible sur le site : evaluation.cstb.fr.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

Les produits CHANNELINE CLASSE R ont fait l'objet des essais suivants :

- BECETEL n° 20125 (12/06/2026) : Rigidité annulaire à long terme en fluage en conditions humides selon la norme ISO 10468,
- CAPE 19-9887 (01/2019) - Essai de résistance à l'hydrocurage selon le protocole basé sur la norme DIN 19523 (méthode 2).

Les essais suivants supervisés par l'entreprise BUREAU VERITAS ont fait l'objet d'un rapport interne :

- CNL/CH001/2013/01 – Essai de résistance à la corrosion sous contrainte suivant la norme ISO 10952,
- CH/EN-LTJ/2015/01 - Essais de type d'étanchéité suivant le protocole de la norme NF EN 1119,
- CHL/DN500/URIL/2021/01 – Essais de type d'étanchéité selon la norme ISO 8639,
- CHL/DN500/CHANNELBONDVE/2021/01 – Essai de type d'étanchéité selon la norme ISO 8533,
- CHL/CLASSR/C/ABRT/2022/01 – Essai de résistance à l'abrasion selon la norme CEN/TR 15729.

Les essais suivants réalisés par le CSTB ont fait l'objet du rapport CAPE-AT 15 177.

- Caractéristiques mécaniques en flexion à court terme.
- Caractéristiques dimensionnelles.

2.8.2. Références chantiers

Les coques CLASS R sont fabriquées depuis plus de 30 ans.

Depuis 2018, 1200m de coques ont été fabriqués pour la réalisation chantiers en France. Une liste non exhaustive de références a été déposée au Secrétariat.

2.9. Annexe du Dossier Technique

Conditions	Contrôle	Pression de contrôle (Bar)	Durée du contrôle
Déviation angulaire et déplacement axial selon §2.6.4.1	Pression initiale	1,5	15 min.
	Pression statique positive	2	24 h
Désalignement et déplacement axial selon §2.6.4.1	Pression statique positive	1,6	15 min.
	Pression statique positive	2,0	24 h
Retrait total	Pression négative	-0,8	1 h

Tableau 4 – Essais d'étanchéité – Résultats des essais menés selon les principes de la NF EN 1119

Conditions	Contrôle	Pression de contrôle (Bar)	Durée du contrôle
Pression externe différentielle	Pression négative	-0,8	1 h
Déviation angulaire et déplacement axial selon §2.6.4.1	Pression initiale	1,5	15 min.
	Pression statique positive	1,5	24 h
Désalignement et déplacement axial selon §2.6.4.1	Pression statique positive	1,5	24 h
	Pression cyclique positive	Atmospheric à 1,5	10 cycles de 1,5 à 3min chaque

Tableau 5 - Essais d'étanchéité pour assemblages à joints élastomères non résistants aux effets de fond selon la norme ISO 16611

Conditions	Contrôle	Pression de contrôle (Bar)	Durée du contrôle
Pression externe différentielle	Pression négative	-0,8	1 h
Désalignement	Pression statique positive	1,5	24 h
	Pression cyclique positive	Atmospheric à 1,5	10 cycles de 1,5 à 3min chaque

Tableau 6 - Essais d'étanchéité pour assemblages enrobés ou scellés selon la norme ISO 16611