

# Fiches techniques

## Révision 2017

Les fiches techniques contenues dans les « Recommandations pour la réhabilitation des réseaux d'assainissement » (3R 98) publiées par l'Astee en 1998 ont été actualisées, complétées et augmentées (en particulier concernant la réhabilitation des branchements) par le groupe de travail « Réhabilitation des réseaux » :

<b>J.-C. BEHRENS</b>	Cabinet Merlin
<b>F. BENALI</b>	DAE
<b>I. BENSLIMANE</b>	GSRI
<b>J.-M. BERGUE</b>	Astee/FSTT
<b>L. COTY</b>	Ville de Besançon
<b>L. CUADRADO</b>	CSTB
<b>P. HENAUT</b>	Hermès Technologie
<b>J.-M. JOUSSIN</b>	FSTT
<b>L. JUGAN</b>	Telerep France
<b>E. JUND</b>	Brandenburger
<b>J.-M. LECERF</b>	Telerep France
<b>J.-C. MARQUANT</b>	EGIS
<b>N. NOIRTIN</b>	BKP
<b>D. ORDITZ</b>	CSTB
<b>S. SIDIS</b>	SADE
<b>O. THÉPOT</b>	Eau de Paris
<b>E. VANDAME</b>	KMG Linertec
<b>D. VELTZ</b>	Relineeurope
<b>C. ZAETTA</b>	CAE

## Fiches techniques

Pour chacune des techniques, on en définit : le principe, les fonctions, les composants, le domaine d'emploi (type, nature et section du réseau, nature de l'effluent), le dimensionnement, les incidences techniques, les informations préalables nécessaires, les contraintes de mise en œuvre, les travaux préparatoires, le phasage des travaux, la capacité d'avancement, la réouverture des branchements et l'étanchement des raccordements, les contrôles, les dispositions relatives à la qualité, les responsabilités, garanties et assurance, l'évaluation technique, les entreprises sur le marché en France.

Les techniques décrites sont :

### Rénovation :

Tubage continu par tubes polymérisés sur place . . . . .	67
(ancienne appellation Chemisage continu polymérisé en place)	
Tubage après éclatement . . . . .	73
Tubage par tuyaux continus sans espace annulaire . . . . .	77
Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire . . . . .	83
Projection de bétons ou mortiers . . . . .	89

### Réparation :

Injection ponctuelle d'étanchement . . . . .	95
Chemisage partiel (manchette) polymérisé(e) en place . . . . .	99
Dispositif mécanique interne de réparation (manchette mécanique) . . . . .	103
Robot de fraisage . . . . .	107
Robot à fonctions multiples . . . . .	111
Réhabilitation des canalisations de branchement . . . . .	115
Réhabilitation de regards de visite et ouvrages similaires . . . . .	119

## Fiche technique 1

# Tubage continu par tubes polymérisés sur place

(ancienne appellation Chemisage continu polymérisé en place)

### Références normatives :

- NF EN 15885 (en cours de révision) « Classifications et caractéristiques des techniques de rénovation, de réparation et de remplacement des réseaux d'évacuation et d'assainissement ».
- NF EN ISO 11296-1 « Systèmes de canalisations en plastique pour la rénovation des réseaux de branchements et de collecteurs d'assainissement enterrés sans pression » – Partie 1 : généralités.
- NF EN ISO 11296-4 « Systèmes de canalisations en plastique pour la rénovation des réseaux de branchements et de collecteurs d'assainissement enterrés sans pression – Partie 4 : tubage continu par tubes polymérisés sur place ».

## 1. Principe

Rénovation :

- Insertion par tractage ou inversion d'une chemise souple imprégnée de résine : le gonflage à l'eau ou à l'air, assure le contact avec la canalisation existante servant de coffrage.
- Durcissement par polymérisation de la résine, à chaud ou sous rayonnement ultraviolet (dans certains cas à température ambiante).

## 2. Fonctions

- Mécanique (structurante = reprise des charges appliquées sur l'ouvrage justifiée par la méthode de dimensionnement 3R 2014).
- Hydraulique.
- Étanchéité.
- Anti-corrosion.
- Anti-abrasion.

Fonctions possibles des composants du chemisage :

- Étanchéité, résistance chimique, hydraulicité, résistance à l'abrasion = Système de résine et membrane intérieure.
- Résistance mécanique = Système de résine et renfort.
- Résistance à l'hydrocurage = Système de résine, matrice et renfort.

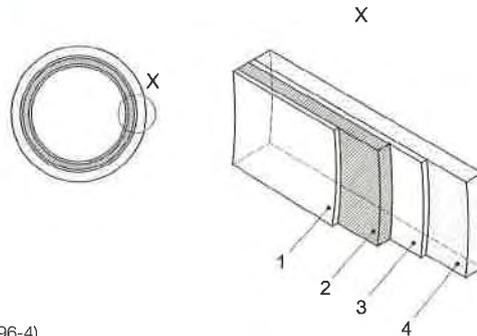
## 3. Composants

Un chemisage se compose d'un système de résine, d'une matrice (appelée feutre) ou/et d'un renfort et de membranes.

Composant d'un chemisage	Matériaux
Type de résine	Polyester, vinylester, époxy
Type de matériau de charge	Aucun, minéral ou organique
Matrice/renfort	Fibres polymères : polyester (PE), polyamide (PA), polyacrylonitrile (PAN), polynaphtalate d'éthylène (PEN), polytéréphtalate d'éthylène (PET), polypropylène (PP) Fibres de verre Fibres de carbone Combinaisons des fibres ci-dessus
Membranes (intérieure, extérieure)	Sans restrictions, y compris pour le choix des matériaux constitutifs.
L'épaisseur de calcul correspond à l'épaisseur minimale comprenant les matrices + renfort et système de résine (hors membrane intérieure ou couche de résine sans renfort, dites « couche de protection » ou « couche d'usure »).	

**Fiche technique 1 suite**

**Tubage continu par tubes polymérisés sur place**



**Légende**

- 1 membrane intérieure ou temporaire
- 2 composite (résine dans la matrice/renfort)
- 3 membrane extérieure
- 4 canalisation existante

(extrait de NF EN ISO 11296-4)

**Composition type d'une paroi de chemise**

**4. Domaine d'emploi**

**4.1. Type de réseau**

- Toutes formes convexes et de dimensions courantes (150 à 1 600 mm).
- Sans pression (chemisage des ouvrages sous pression non visé dans le présent document).
- Mode unitaire ou séparatif.

**4.2. Nature du réseau**

Tous matériaux.

**4.3. Nature de l'effluent**

Eaux usées domestiques, pluviales, industrielles.

**4.4. Section**

Circulaire (ovalisation maximale : 10 %), ovoïde (dalot...).

*Cette fiche technique concerne la réhabilitation des canalisations principales.*

*La réhabilitation des branchements fait l'objet d'une fiche technique particulière.*

**5. Dimensionnement**

L'épaisseur de calcul du chemisage est justifiée selon la méthode 3R 2014 qui :

- prend en compte l'ouvrage existant, caractérisé par son « état d'accueil » déterminé par l'étude préalable ;
- est applicable aux ouvrages non circulaires,
- intègre les exigences des normes européennes et internationales ainsi que les Eurocodes.

**6. Incidences techniques**

- Restructuration.
- En général, augmentation de la capacité hydraulique (travaux de fraisage préparatoires, diminution du coefficient de rugosité, absence de joints intermédiaires, atténuation des anomalies géométriques).
- Rétablissement de l'étanchéité.
- Résistance physico-chimique.

**7. Informations préalables nécessaires**

Diagnostic du réseau :

- Recommandations générales : caractérisation de l'état d'accueil de l'ouvrage par inspection visuelle la plus récente possible (moins de 6 mois, avec rapport et DVD), géométrie (plans, profils en long et en travers, ovalisation, déviations angulaires), dépôts durs et obstacles non éliminés, venues d'eau importantes.
- Recommandations spécifiques : relevés géométriques précis de sections par tronçons, défauts ponctuels (paroi manquante).

**Fiche technique 1 suite****Tubage continu par tubes polymérisés sur place**

Diagnostic de l'environnement proche : identification du terrain environnant, présence ou non d'une nappe phréatique et son marnage), charges provisoires (chantier), permanentes et d'exploitation.

Caractérisation de l'effluent (débits et paramètres physico-chimiques le cas échéant des eaux industrielles, température).

Caractérisation de l'accès à l'ouvrage (dimensions des regards, présence de boîtes de branchement...).

---

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Terrain environnant supposé stabilisé ou à traiter.
- Mise hors-service du tronçon à réhabiliter et de ses branchements avec dérivation ou stockage des effluents.
- Emprise du chantier : véhicule d'intervention stationné à proximité d'un regard de visite et ouverture d'au moins un regard supplémentaire.
- Dimensions des regards ou puits d'accès : selon procédé et dimensions de l'ouvrage à réhabiliter.
- Présence de coudes, décalages, chutes, dénivelés (selon procédé).
- Nécessité d'ouverture de fouille au droit de défauts ponctuels excessifs (effondrement, très fort décalage, réduction de section, etc.).
- Reconstitution sommaire de l'ouvrage en cas de dégradation continue en particulier du radier.
- Traitement éventuel des venues d'eau importantes.
- Présence d'ouvrages spéciaux (regards ou boîtes borgnes avec ou sans décantation).
- Prise en compte de particularités géométriques susceptibles de générer des plis localisés.
- Comportement du matériau à la température ambiante extrême (gel, canicule...).

---

## 9. Travaux préparatoires

- Information des riverains.
- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Dérivation ou stockage des effluents.
- Curage hydrodynamique soigné.
- Vérification de l'état initial par inspection visuelle et repérage des branchements.
- Découpage ou enlèvement des obstacles (branchements et racines pénétrants, excroissances de béton...) + curage hydrodynamique soigné.
- Traitement éventuel des venues d'eau.
- Vérification de l'état d'accueil par inspection visuelle.
- Traitement éventuel des points singuliers (boîtes borgnes, décalage important...).

---

## 10. Phasage des travaux

- Imprégnation de la chemise en atelier ou sur site.
- Mise en place de la chemise.
- Polymérisation de la résine.
- Contrôle de l'étanchéité.
- Découpage des extrémités de la chemise.
- Traitement des extrémités de la chemise (application manuelle de mortiers ou résines, pose de manchettes d'extrémité mécaniques).
- Traitement des raccordements (réouverture et étanchement si nécessaire).
- Inspection visuelle.
- Remise en service du réseau.

---

## 11. Capacité d'avancement

Couramment 150 à 200 m par jour pour des diamètres de 400 mm ou inférieurs, la cadence étant très variable selon procédés et conditions de chantier.

## 12. Réouverture des branchements et étanchement des raccords

Réouverture :

- Depuis l'intérieur : à l'aide d'un robot (cas des canalisations non visitables) ou manuellement (cas des canalisations visitables).
- Depuis l'extérieur : après ouverture d'une fouille ponctuelle.

Étanchement (si nécessaire) :

- Depuis l'intérieur au moyen de selles de branchement polymérisées sur place ou d'injection de résines.
- Depuis l'extérieur au moyen de pièces de raccordement.

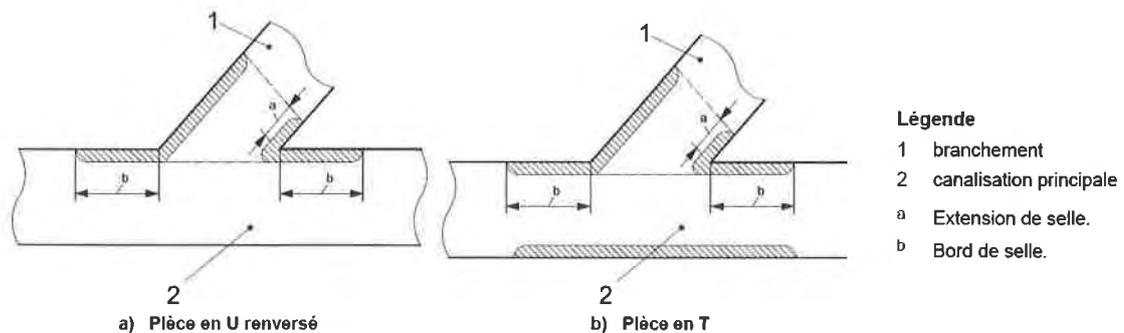
Les selles de branchement polymérisées sur place doivent être classées en fonction de la longueur minimale développée à l'intérieur du branchement :

Classe A = 1 000 mm ;

Classe B = 400 mm et au moins 150 mm au-delà du premier assemblage dans le branchement existant ;

Classe C = 100 mm.

De plus, le bord de toute selle de branchement polymérisée sur place doit recouvrir la canalisation principale sur au moins 50 mm. Afin d'éviter toute obstruction à l'écoulement et toute gêne au passage de l'équipement de nettoyage, il convient de soigner les transitions entre la selle et les canalisations principale et de branchement.



(extrait de NF EN ISO 11296-4)

Schéma des selles de branchement polymérisées sur place

## 13. Contrôles

- Inspection visuelle avant travaux de chemisage (rapport et support numérique).
- Contrôle de conformité des matériaux constitutifs (normes, certifications, cahiers de charges).
- Contrôle de la qualité de l'imprégnation.
- Contrôle des pressions du fluide de mise en œuvre.
- Contrôle des paramètres critiques de la polymérisation.
- Prélèvements des échantillons et essais.
- Opérations préalables à la réception selon objectifs et dimensions de l'ouvrage (cf. « Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement », TSM, février 2004) :
  - Inspection visuelle.
  - Essai d'étanchéité.
  - Contrôle des épaisseurs du matériau et des caractéristiques mécaniques (selon mode opératoire en annexe de NF EN ISO 11296-4).

## 14. Dispositions relatives à la qualité

Le Plan assurance qualité précise les procédures associées aux opérations constitutives d'un chantier de chemisage :

### A. Préparation du chantier

#### 1. Études et dimensionnement

- 1.1. Hypothèses des études de diagnostic, de l'environnement, hydraulique
- 1.2. Analyse des risques sanitaires et environnementaux et définition des mesures associées
- 1.3. Solution proposée : choix du matériau, nature et constitution, dimensionnement, épaisseur

#### 2. Opérations préliminaires

- 2.1. Déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT)
- 2.2. Arrêtés de circulation
- 2.3. Commandes

#### 3. Installation de chantier

- 3.1. Signalisation et barriérage
- 3.2. Gestion des effluents

#### 4. Travaux préalables

- 4.1. Vérification de l'ouvrage
- 4.2. Préparation de l'état d'accueil
- 4.3. Inspection avant intervention

### B. Exécution (atelier et/ou chantier)

#### 1. Préfabrication

- 1.1. Matériaux constitutifs
- 1.2. Vérification des caractéristiques de la chemise
- 1.3. Imprégnation
- 1.4. Transport et livraison de la chemise

#### 2. Chemisage

- 2.1. Complément de nettoyage et contrôle visuel
- 2.2. Introduction de la chemise
- 2.3. Mise en pression
- 2.4. Polymérisation
- 2.5. Découpage des extrémités et au droit des regards de visite intermédiaires
- 2.6. Raccordement et remise en service des branchements
- 2.7. Traitement des extrémités
- 2.8. Essais préalables à la réception

#### 3. Repli du chantier

- 3.1. Remise en service du réseau
- 3.2. Repli du matériel
- 3.3. Contrôle de l'état des lieux

## 15. Responsabilité, garanties et assurance

Ouvrage réhabilité

- Chemisage reprenant les charges appliquées sur l'ouvrage :  
Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de chemisage vis-à-vis du maître d'ouvrage.

- Chemisage ne reprenant pas les charges appliquées sur l'ouvrage :  
 Maintien de la responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de pose de la canalisation existante vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques mécaniques de la canalisation posée  
 Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de chemisage vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques non mécaniques et pour la résistance à la contre-pression de l'ouvrage réhabilité.

## 16. Évaluation technique

Les chemisages conformes à la norme NF EN ISO 11296-4 peuvent faire l'objet de Documents techniques d'application.

Cette démarche est volontaire.

L'évaluation fait intervenir un organisme tiers, le CSTB, en charge de vérifier les caractéristiques du produit, les conditions de dimensionnement de l'ouvrage et de mise en œuvre des produits ainsi que les contrôles à effectuer. L'avis qui en résulte est prononcé par des experts représentatifs de la profession. Les applicateurs qui mettent en œuvre un chemisage peuvent demander un certificat de conformité à la marque NF 390 « Système de canalisations en plastiques pour la rénovation des réseaux d'assainissement » qui prouve le respect des règles de mise en œuvre du chemisage.

L'avis formulé dans le Document technique d'application n'est valable que pour les titulaires d'un certificat de la marque NF 390.

Les Documents techniques d'application ainsi que la liste des titulaires de certificats NF 390 sont librement téléchargeables à partir du site [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

## 17. Entreprises

**Le label Canalisateurs de France - label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)**

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée, à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique au tubage continu par tubes polymérisés sur place.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

**L'identification professionnelle de la Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (521, 5211, 522, 5221)**

L'identification professionnelle n'est pas spécifique au tubage continu par tubes polymérisés sur place.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

## Fiche technique 2

# Tubage après éclatement

Références normatives : n'existent pas

## 1. Principe

Remplacement :

- Éclatement de la canalisation avec ou sans percussion
- Substitution de l'ancienne canalisation au fur et à mesure de l'éclatement :
  - par tractage ou poussage d'éléments courts de tuyaux à assemblages étanches ;
  - par tractage d'un tube long assemblé sur site.

## 2. Fonctions

- Mécanique (structurante = reprise des charges appliquées sur l'ouvrage).
- Hydraulique.
- Étanchéité.
- Anti-corrosion.
- Anti-abrasion.

## 3. Composants

- Polyéthylène haute densité (PEHD).
- Polychlorure de vinyle (PVC).

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type de réseau

- Non visitable ;
- Gravitaire ou refoulement.

### 4.2. Nature du réseau

Matériaux éclatables : béton non armé, fibres-ciment, grès, PVC, fonte grise...

### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées, pluviales, industrielles.

### 4.4. Section

Circulaire (diamètre égal ou inférieur à 600 mm).

## 5. Dimensionnement

## 6. Incidences techniques

- Possibilité de maintenir ou d'augmenter la section (exemple : diamètre 200 mm remplacé par un diamètre 250 mm).
- En général, augmentation de la capacité hydraulique (diminution du coefficient de rugosité).

## 7. Informations préalables nécessaires

- Diagnostic du réseau.
- Plans, profils en long.
- Nature précise du matériau constitutif de la canalisation existante.
- Présence de massifs en béton ou pieux en bois, à supprimer ou à détruire préalablement aux travaux.

**Fiche technique 2 suite****Tubage après éclatement**

- État détaillé de l'ouvrage d'accueil dans sa totalité par inspection télévisée (si faisable) la plus récente possible (moins d'un an) : rapport et cassette vidéo.
- Informations sur la présence ou non d'une nappe phréatique, son marnage et sa nature chimique.
- Nature et qualité du terrain environnant et de l'enrobage de l'ouvrage.
- Sollicitations à prendre en compte.
- Caractérisation de l'effluent (paramètres physico-chimiques et débits).

---

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Terrain environnant supposé stabilisé.
- Mise hors service du tronçon à réhabiliter avec dérivation ou stockage des effluents.
- Comportement du matériau à la température ambiante extrême (gel, canicule...).
- Emprise de chantier variable suivant les procédés :
  - éléments courts : regards de visite, aire de stockage, treuil... ;
  - tubes longs : fosses de travail de dimensions liées à la profondeur et au diamètre, aire de stockage et d'assemblage des tubes, treuil... ;
  - ouverture simultanée d'au moins deux regards de visite ;
  - nécessité d'ouverture de fouille au droit de défauts ponctuels excessifs tels qu'effondrement, rendant l'aiguillage impossible dans le cas du tirage ou provoquant un blocage dans le cas du poussage.

---

## 9. Travaux préparatoires

- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Dérivation ou stockage des effluents.
- Démolition de la cunette des regards.
- Ouverture éventuelle de fosses de travail.
- Vérification de l'état initial par inspection télévisée (si possible).

---

## 10. Phasage des travaux

- Assemblage par soudage (tubage long).
- Éclatement et insertion de la nouvelle canalisation par tractage (tubage long) ou poussage avec assemblage mécanique à l'avancement (tubage court).
- Traitement des abouts.
- Contrôle de l'étanchéité.
- Rétablissement des branchements : au moyen d'une selle, depuis l'extérieur après ouverture d'une fouille ponctuelle.
- Inspection visuelle d'autocontrôle.
- Remise en service du réseau sans délai d'attente.

---

## 11. Capacité d'avancement

De 100 à 150 mètres par semaine, la cadence étant variable selon le mode de mise en œuvre.

---

## 12. Réouverture des branchements et étanchement des raccordements

- Depuis l'extérieur : après ouverture d'une fouille ponctuelle, au moyen d'une selle.
- Possibilité de reconsidérer le système de collecte à faible profondeur avec rejet dans le regard le plus proche.

---

## 13. Contrôles

- Inspection télévisée (si faisable) avant travaux (cassette vidéo et rapport photographique).
- Contrôle des matériaux constitutifs (normes, certifications, cahiers de charges).
- Contrôle de la qualité de l'assemblage des tuyaux.

**Fiche technique 2 suite****Tubage après éclatement**

- Contrôle des conditions de l'insertion.
- Autocontrôle de l'étanchéité et du blocage des abouts (au droit des regards de visite).
- Autocontrôle de l'étanchéité au droit des raccordements.
- Opérations préalables à la réception (selon objectifs) :
  - Inspection visuelle.
  - Essai d'étanchéité.

---

## 14. Dispositions relatives à la qualité

Le Plan assurance qualité précise les procédures associées aux opérations constitutives d'un chantier de tubage :

### A. Préparation du chantier

#### 1. Études et dimensionnement

- 1.1. Hypothèses des études de diagnostic, de l'environnement, hydraulique
- 1.2. Analyse des risques sanitaires et environnementaux et définition des mesures associées
- 1.3. Solution proposée : choix du matériau, nature et constitution, type d'assemblage, dimensionnement, épaisseur

#### 2. Opérations préliminaires

- 2.1. Déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT)
- 2.2. Arrêtés de circulation
- 2.3. Commandes

#### 3. Installation de chantier

- 3.1. Signalisation et barriérage
- 3.2. Gestion des effluents

#### 4. Travaux préalables

- 4.1. Vérification de l'ouvrage
- 4.2. Préparation de l'état d'accueil
- 4.3. Inspection avant intervention (repérage des branchements)

### B. Exécution (atelier et/ou chantier)

#### 1. Fabrication

- 1.1. Matériaux constituants
- 1.2. Transport et livraison

#### 2. Tubage

- 2.1. Contrôle visuel
- 2.2. Introduction des éléments après assemblage (tubage long)
- 2.3. Assemblage mécanique des éléments à l'avancement de leur introduction (tubage court)
- 2.4. Remise en service des branchements et étanchement des raccordements
- 2.5. Traitement des extrémités
- 2.6. Essais préalables à la réception

#### 3. Repli du chantier

- 3.1. Remise en service du réseau
- 3.2. Repli du matériel
- 3.3. Contrôle de l'état des lieux

---

## 15. Responsabilité, garanties et assurance

Ouvrage réhabilité : Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur vis-à-vis du maître d'ouvrage.

---

## 16. Évaluation technique

Les éléments de tubage peuvent faire l'objet d'avis techniques ou de certifications produits. Cette démarche est volontaire.

L'évaluation fait intervenir un organisme tiers, tel que le CSTB, en charge de vérifier par exemple les caractéristiques du produit, les conditions de dimensionnement de l'ouvrage et de mise en œuvre des produits ainsi que les contrôles à effectuer. L'avis qui en résulte est prononcé par des experts représentatifs de la profession.

---

## 17. Entreprises

**Le label Canaliseurs de France - label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)**

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique au tubage après éclatement.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

**L'identification professionnelle de la Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (521, 5211, 522, 5221)**

L'identification professionnelle n'est pas spécifique au tubage après éclatement.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

## Fiche technique 3

# Tubage par tuyaux continus sans espace annulaire

### Références normatives :

NF EN ISO 11296-3 (ex-NF EN 13566-3) : Tubage par tuyaux continus sans espace annulaire

## 1. Principe

Rénovation :

- par prédéformation d'un tube long thermoplastique, en usine ou sur site ;
- par introduction par tractage ;
- par remise spontanée ou forcée à la forme initiale (mise en pression, chauffage) et application avec contact discontinu.

## 2. Fonctions

- Mécanique (structurante = reprise des charges appliquées à l'ouvrage) justifiée par la méthode de dimensionnement 3R 2014.
- Hydraulique.
- Étanchéité.
- Anti-corrosion.
- Anti-abrasion.

## 3. Produits/Composants

- Polyéthylène haute densité (PEHD).
- Polychlorure de vinyle (PVC).
- Profilés PVC renforcés acier ou non.

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type de réseau

- Circulaire de 150 à 1 800 mm.
- Gravitaire ou refoulement.
- Sans pression (tubage des ouvrages sous pression non visé dans le présent document).
- Mode unitaire ou séparatif

### 4.2. Nature du réseau

Tous matériaux

### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées domestiques, pluviales, industrielles.

### 4.4. Section

Circulaire (diamètre égal ou inférieur à 1 800 mm) (cf. profilés PVC).

*Cette fiche technique concerne la réhabilitation des canalisations principales.*

*La réhabilitation des branchements fait l'objet d'une fiche technique particulière.*

---

## 5. Dimensionnement

L'épaisseur de calcul du tubage est justifiée selon la méthode 3R 2014 qui :

- prend en compte l'ouvrage existant, caractérisé par son « état d'accueil » déterminé par l'étude préalable ;
- intègre les exigences des normes européennes et internationales ainsi que les Eurocodes.

---

## 6. Incidences techniques

- Restructuration : reprise des charges.
- Réduction significative de la section utile de l'ouvrage.
- En général, augmentation de la capacité hydraulique (travaux de fraisage préparatoires, diminution du coefficient de rugosité, atténuation des anomalies géométriques).
- Rétablissement de l'étanchéité.
- Résistance physico-chimique.

---

## 7. Informations préalables nécessaires

Diagnostic du réseau :

- Recommandations générales : caractérisation de l'état d'accueil de l'ouvrage par inspection visuelle la plus récente possible (moins de 6 mois, avec rapport et DVD), géométrie (plans, profils en long et en travers, ovalisation, déviations angulaires), dépôts durs et obstacles non éliminés, venues d'eau importantes.
- Recommandations spécifiques : relevés géométriques précis de sections par tronçons, défauts ponctuels (paroi manquante).

Diagnostic de l'environnement proche :

- Identification du terrain environnant ;
- Présence ou non d'une nappe phréatique et son marnage ;
- Charges provisoires (chantier), permanentes et d'exploitation.

Caractérisation de l'effluent (débits et paramètres physico-chimiques le cas échéant des eaux industrielles, température).

Caractérisation de l'accès à l'ouvrage (dimensions des regards, présence de boîtes de branchement...).

---

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Aire de stockage.
- Terrain environnant supposé stabilisé ou à traiter.
- Mise hors service du tronçon à réhabiliter et de ses branchements avec dérivation ou stockage des effluents (selon procédé).
- Emprise du chantier variable selon procédés :
  - ouverture simultanée d'au moins deux regards de visite ;
  - prédéformation en usine : engin porte-touret, treuil, chaudière ;
  - prédéformation sur site : fosses de travail de dimensions liées à la profondeur et au diamètre, aire de stockage et d'assemblage des tubes, treuil, machine de déformation...
- Introduction par regards ou puits d'accès selon procédé et dimensions de l'ouvrage à réhabiliter.

**Fiche technique 3 suite****Tubage par tuyaux continus sans espace annulaire**

- Nécessité d'ouverture de fouille au droit de défauts ponctuels excessifs (effondrement, très fort décalage, réduction de section, etc.).
- Mise en œuvre en tronçons droits.
- Comportement du matériau à la température ambiante extrême (gel, canicule...).

---

**9. Travaux préparatoires**

- Information des riverains.
- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Dérivation ou stockage des effluents (selon procédé).
- Curage hydrodynamique soigné.
- Ouverture éventuelle de puits de travail.
- Vérification de l'état initial par inspection visuelle et repérage des branchements.
- Traitement éventuel des fissures.
- Découpage ou enlèvement des obstacles (branchements et racines pénétrants, excroissances de béton...) et curage hydrodynamique soigné.
- Traitement éventuel des venues d'eau.
- Vérification de l'état d'accueil par inspection visuelle.
- Passage d'un gabarit.

---

**10. Phasage des travaux**

- Assemblage par soudage (selon procédé).
- Prédéformation du tube (selon procédé).
- Enroulement hélicoïdal et plaquage du profilé.
- Insertion de la nouvelle canalisation par tractage.
- Remise spontanée ou forcée à la forme initiale.
- Traitement des abouts.
- Autocontrôle de l'étanchéité.
- Traitement des raccordements (réouverture et étanchement).
- Inspection télévisée d'autocontrôle.
- Remise en service du réseau.

---

**11. Capacité d'avancement**

De 250 à 500 mètres par semaine (cadence très variable selon procédés et conditions de chantier, notamment dimensions de l'ouvrage).

---

**12. Réouverture des branchements et étanchement des raccordements**

- Depuis l'intérieur (cas des canalisations visitables) : manuellement ou à l'aide d'un robot au moyen de selles de branchement.
- Depuis l'extérieur : après ouverture d'une fouille ponctuelle, au moyen de pièces de raccordement. Afin d'éviter toute obstruction à l'écoulement et toute gêne au passage de l'équipement de nettoyage, il convient de soigner les transitions entre la selle et les canalisations principale et de branchement.

### 13. Contrôles

- Inspection télévisuelle avant travaux (rapport photographique et cassette vidéo).
- Contrôle des matériaux constitutifs (normes, certifications, cahiers de charges).
- Contrôle de la qualité de l'assemblage des tuyaux (selon procédé).
- Contrôle des conditions de l'insertion.
- Contrôle des conditions de la remise à la forme initiale.
- Contrôle de l'étanchéité et du blocage des abouts (au droit des regards de visite).
- Contrôle de l'étanchéité au droit des raccordements.
- Opérations préalables à la réception.
- Opérations préalables à la réception selon objectifs et dimensions de l'ouvrage (cf. « Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement », TSM, février 2004) :
  - Inspection visuelle.
  - Essai d'étanchéité.

### 14. Dispositions relatives à la qualité

Le Plan assurance qualité précise les procédures associées aux opérations constitutives d'un chantier de tubage :

#### A. Préparation du chantier

##### 1. Études et dimensionnement

- 1.1. Hypothèses des études de diagnostic, de l'environnement, hydraulique
- 1.2. Analyse des risques sanitaires et environnementaux et définition des mesures associées
- 1.3. Solution proposée : choix du matériau, nature et constitution, type d'assemblage, dimensionnement, épaisseur

##### 2. Opérations préliminaires

- 2.1. Déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT)
- 2.2. Arrêtés de circulation
- 2.3. Commandes

##### 3. Installation de chantier

- 3.1. Signalisation et barriérage
- 3.2. Gestion des effluents

##### 4. Travaux préalables

- 4.1. Vérification de l'ouvrage
- 4.2. Préparation de l'état d'accueil
- 4.3. Inspection avant intervention (repérage des branchements)

#### B. Exécution (atelier et/ou chantier)

##### 1. Fabrication

- 1.1. Matériaux constituants
- 1.2. Transport et livraison



## 2. Tubage

- 2.1. Complément de nettoyage et contrôle visuel
- 2.2. Introduction des éléments
- 2.3. Assemblage
- 2.4. Remise en service des branchements et étanchement des raccordements
- 2.5. Traitement des extrémités
- 2.6. Essais préalables à la réception

## 3. Repli du chantier

- 3.1. Remise en service du réseau
- 3.2. Repli du matériel
- 3.3. Contrôle de l'état des lieux

---

## 15. Responsabilité, garanties et assurance

Ouvrage réhabilité

- Tubage reprenant les charges appliquées sur l'ouvrage :  
Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur vis-à-vis du maître d'ouvrage.
- Tubage ne reprenant pas les charges appliquées sur l'ouvrage :  
Maintien de la responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de pose de la canalisation existante vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques mécaniques de la canalisation posée.

Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de tubage vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques non mécaniques et pour la résistance à la contre-pression de l'ouvrage réhabilité.

---

## 16. Évaluation technique

Les éléments de tubage peuvent faire l'objet d'avis techniques ou de certifications produits. Cette démarche est volontaire.

L'évaluation fait intervenir un organisme tiers, tel que le CSTB, en charge de vérifier par exemple les caractéristiques du produit, les conditions de dimensionnement de l'ouvrage et de mise en œuvre des produits ainsi que les contrôles à effectuer. L'avis qui en résulte est prononcé par des experts représentatifs de la profession.

---

## 17. Entreprises

Le label Canaliseurs de France - label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique au tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

**L'identification professionnelle de la Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (521, 5211, 522, 5221)**

L'identification professionnelle n'est pas spécifique au tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

## Fiche technique 4

# Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire

### Références normatives :

- NF EN 15885 – (en cours de révision) Classifications et caractéristiques des techniques de rénovation, de réparation et de remplacement des réseaux d'évacuation et d'assainissement.
- NF EN 13566-2 – Systèmes de canalisations plastiques pour la rénovation des réseaux d'assainissement enterrés sans pression – Tubage par tuyau continu avec espace annulaire.
- NF EN ISO 11296-7 – « Systèmes de canalisations en plastique pour la rénovation des réseaux de branchements et de collecteurs d'assainissement enterrés sans pression – Partie 4 : tubage par enroulement hélicoïdal avec espace annulaire ».
- NF EN 16506 Systèmes de rénovation des réseaux d'assainissement – Chemisage par revêtement de plastique interne rigidement ancré (RAPL).
- Normes produits ou composants des éléments préfabriqués.

## 1. Principe

Rénovation ou réparation, sur tout ou partie de la section :

- par mise en place d'éléments préfabriqués, rigides ou flexibles, ou par enroulement hélicoïdal de profilés PE, PVC renforcés acier ou non ;
- par injection d'un coulis de remplissage (avec ou sans fonction structurante) entre les éléments et l'ouvrage existant.

## 2. Fonctions

- Mécanique (structurante = reprise des charges appliquées à l'ouvrage) justifiée par la méthode de dimensionnement 3R 2014. Dans le cas de réparation partielle (cunettes par ex.), on doit s'assurer de la stabilité aux pressions du coulis et/ou de la nappe.
- Hydraulique.
- Étanchéité.
- Anti-corrosion.
- Anti-abrasion.

## 3. Produits/composants

- Polyester renforcé de verre (PRV).
- Polychlorure de vinyle (PVC-U) renforcé acier ou non.
- Polyéthylène (PE) renforcé acier ou non.
- Polypropylène (PP).
- Autres matériaux (composites...).
- Coulis : coulis de ciment à faible ressuage/exsudation (< 3 %), de densité de l'ordre de 1,5 et de résistance élevée. La fluidité doit être adaptée à la longueur et au vide du tronçon à injecter.

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type de réseau

- Toutes formes convexes ou non et de dimensions comprises entre 150 et 4 500 mm (limite de transportabilité).
- Sans pression (tubage des ouvrages sous pression non visé dans le présent document).
- Mode unitaire ou séparatif.

### 4.2. Nature du réseau

Tous matériaux.

### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées domestiques, pluviales, industrielles.

### 4.4. Section

Circulaire ou non circulaire (ovoïde, arche, dalot...).

*Cette fiche technique concerne la réhabilitation des canalisations principales.*

*La réhabilitation des branchements fait l'objet d'une fiche technique particulière.*

## 5. Dimensionnement

L'épaisseur de calcul du tubage (sauf RAPL) est justifiée selon la méthode 3R 2014 qui :

- prend en compte l'ouvrage existant, caractérisé par son « état d'accueil » déterminé par l'étude préalable et les conditions de mise en œuvre (remplissage de l'espace annulaire) ;
- est applicable aux ouvrages circulaires ou non circulaires convexes ;
- intègre les exigences des normes européennes et internationales ainsi que les Eurocodes.

## 6. Incidences techniques

- Restructuration : reprise des charges.
- En général, augmentation de la capacité hydraulique (travaux de fraisage préparatoires, diminution du coefficient de rugosité, atténuation des anomalies géométriques).
- Rétablissement de l'étanchéité.
- Résistance physico-chimique

## 7. Informations préalables nécessaires

Diagnostic du réseau :

- Recommandations générales : caractérisation de l'état d'accueil de l'ouvrage par inspection visuelle la plus récente possible (moins de 6 mois, avec rapport et DVD), géométrie (plans, profils en long et en travers, ovalisation, déviations angulaires), dépôts durs et obstacles non éliminés, venues d'eau importantes.
- Recommandations spécifiques : relevés géométriques précis de sections par tronçons, défauts ponctuels (paroi manquante).

Diagnostic de l'environnement proche :

- Identification du terrain environnant ;
- Présence ou non d'une nappe phréatique et son marnage ;
- Charges provisoires (chantier), permanentes et d'exploitation.

Caractérisation de l'effluent (débits et paramètres physico-chimiques le cas échéant des eaux industrielles, température).

Caractérisation de l'accès à l'ouvrage (dimensions des regards, présence de boîtes de branchement...).

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Aire de stockage.
- Terrain environnant supposé stabilisé ou à traiter.
- Mise hors-service du tronçon à réhabiliter et de ses branchements avec dérivation ou stockage des effluents (selon débit et procédé).
- Emprise du chantier : ouverture d'au moins deux regards de visite. Emprise limitée au stockage des éléments préfabriqués ainsi qu'au matériel et autres matériaux.
- Dimensions des regards selon procédé et dimensions de l'ouvrage à réhabiliter.
- Création éventuelle d'un puits d'accès.
- Présence de coudes, décalages, chutes, dénivelés (selon procédé).
- Ventilation forcée par mesure de sécurité en cas d'accès à l'ouvrage.
- Nécessité d'ouverture de fouille au droit de défauts ponctuels excessifs (effondrement, très fort décalage, réduction de section, etc.).
- Traitement éventuel des venues d'eau importantes.
- Alignement des éléments préfabriqués en profils en long et en plan.
- Comportement du matériau à la température ambiante extrême (gel, canicule...).
- Tenir compte du volume perdu de coulis dans le terrain.

## 9. Travaux préparatoires

- Information des riverains.
- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Dérivation ou stockage des effluents (selon débit et procédé).
- Curage hydrodynamique soigné.
- Ouverture éventuelle de puits de travail.
- Vérification de l'état initial par inspection visuelle et repérage des branchements.
- Traitement éventuel des fissures.
- Découpage ou enlèvement des obstacles (branchements et racines pénétrants, excroissances de béton...) et curage hydrodynamique soigné.
- Traitement éventuel des venues d'eau.
- Passage d'un gabarit ou relevé géométrique 3D.

## 10. Phasage des travaux

- Mise en place des éléments par poussage, tractage, flottaison ou acheminement à l'intérieur de l'ouvrage selon procédé.
- Assemblage des éléments avec joints intégrés par emboîtement, soudage ou collage selon procédé.
- Calage individuel des éléments selon procédé.
- Traitement des raccordements (réouverture et étanchement).
- Inspection visuelle.
- Étalement éventuel et injection du coulis dans l'espace annulaire (en une ou plusieurs phases et par tronçon selon procédé).
- Remise en service du réseau.

## 11. Capacité d'avancement

Cadence très variable selon procédés et conditions de chantier, notamment dimensions de l'ouvrage. À titre indicatif, pour un ouvrage de 1,80 m de hauteur, de l'ordre de 15 à 30 m par jour hors phase injection du coulis selon l'importance des travaux préparatoires et l'épaisseur du coulis de blocage.

## 12. Réouverture des branchements et étanchement des raccordements

- Depuis l'intérieur (cas des canalisations visitables) : manuellement au moyen de selles de branchement collées (cas du PVC), thermosoudées (cas du PE) ou laminées (cas des éléments en PRV) sur place.
- Depuis l'extérieur : après ouverture d'une fouille ponctuelle, au moyen de pièces de raccordement. Afin d'éviter toute obstruction à l'écoulement et toute gêne au passage de l'équipement de nettoyage, il convient de soigner les transitions entre la selle et les canalisations principale et de branchement.

## 13. Contrôles

- Inspection visuelle avant travaux (rapport et support numérique).
- Contrôle des matériaux constitutifs (normes, certifications, cahiers des charges).
- Contrôle de la qualité de l'assemblage des éléments.
- Contrôle des conditions de l'insertion.
- Contrôle des conditions de calage de la nouvelle canalisation.
- Contrôle des conditions d'injection notamment si réalisée par passes successives.
- Contrôle du remplissage de l'espace annulaire (méthode sonique).
- Prélèvements d'échantillons du coulis de remplissage.
- Opérations préalables à la réception selon objectifs et dimensions de l'ouvrage (cf. « Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement », TSM, février 2004) :
  - Inspection visuelle.
  - Essai d'étanchéité.
  - Vérification (le cas échéant) des hypothèses de calcul relatives à l'état de la liaison tuyau-coulis-canalisation.
  - Contrôle des caractéristiques du coulis de remplissage.

## 14. Dispositions relatives à la qualité

Le Plan assurance qualité précise les procédures associées aux opérations constitutives d'un chantier de tubage :

### A. Préparation du chantier

#### 1. Études et dimensionnement

- 1.1. Hypothèses des études de diagnostic, de l'environnement, hydraulique
- 1.2. Analyse des risques sanitaires et environnementaux et définition des mesures associées
- 1.3. Solution proposée : choix du matériau, nature et constitution, type d'assemblage, dimensionnement, épaisseur ainsi que les caractéristiques du coulis (exsudation, densité, rhéologie Marsh, Rc 1 jour, Rc 28 jours, justification des hauteurs de passes)

#### 2. Opérations préliminaires

- 2.1. Déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT)
- 2.2. Arrêtés de circulation
- 2.3. Commandes

#### 3. Installation de chantier

- 3.1. Signalisation et barriérage
- 3.2. Gestion des effluents

**Fiche technique 4 suite****Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire****4. Travaux préalables**

- 4.1. Vérification de l'ouvrage
- 4.2. Préparation de l'état d'accueil
- 4.3. Inspection avant intervention (repérage des branchements)

**B. Exécution (atelier et/ou chantier)****1. Fabrication**

- 1.1. Matériaux constitutifs
- 1.2. Transport et livraison

**2. Tubage**

- 2.1. Complément de nettoyage et contrôle visuel
- 2.2. Introduction des éléments
- 2.3. Assemblage
- 2.4. Remise en service des branchements et étanchement des raccordements
- 2.5. Injection de remplissage de l'espace annulaire
- 2.6. Traitement des extrémités
- 2.7. Essais préalables à la réception

**3. Repli du chantier**

- 3.1. Remise en service du réseau
- 3.2. Repli du matériel
- 3.3. Contrôle de l'état des lieux

---

**15. Responsabilité, garanties et assurance**

Ouvrage réhabilité

- Tubage reprenant les charges appliquées sur l'ouvrage :  
Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur vis-à-vis du maître d'ouvrage.
- Tubage ne reprenant pas les charges appliquées sur l'ouvrage :  
Maintien de la responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de pose de la canalisation existante vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques mécaniques de la canalisation posée.

Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de tubage vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques non mécaniques et pour la résistance à la contre-pression de l'ouvrage réhabilité.

---

**16. Évaluation technique**

Les éléments de tubage peuvent faire l'objet d'avis techniques ou de certifications produits. Cette démarche est volontaire.

L'évaluation fait intervenir un organisme tiers, tel que le CSTB, en charge de vérifier par exemple les caractéristiques du produit, les conditions de dimensionnement de l'ouvrage et de mise en œuvre des produits ainsi que les contrôles à effectuer. L'avis qui en résulte est prononcé par des experts représentatifs de la profession.

---

## 17. Entreprises

Le label Canalisateurs de France - label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique au tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

L'identification professionnelle de la Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (521, 5211, 522, 5221)

L'identification professionnelle n'est pas spécifique au tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

## Fiche technique 5

# Projection de bétons ou mortiers

### Références normatives :

- NF EN 206 Béton - Spécification, performances, production et conformité.
- NF EN 196-1 et 2 Méthodes d'essai des ciments, analyse chimique des ciments.
- NF P 95-102 Ouvrages d'art – Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Béton projeté – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés.
- NF EN 14487-1 Béton projeté : définitions, spécifications et conformité.
- NF EN 14487-2 Béton projeté : Exécution.
- NF EN 14488-1 à 7 Essais pour béton projeté.
- NF EN 934-5 Adjuvants pour bétons projetés.
- NF EN 1504-3 Produits et systèmes de réparations structurelles et non structurelles.
- NF EN 1504-10 Produits et systèmes de réparation du béton. Application et contrôle.
- NF P 18500 – Béton – Béton de sable.

## 1. Principe

Rénovation ou réparation, sur tout ou partie de la section, par mise en place manuelle ou mécanique sur la paroi de l'ouvrage d'une épaisseur de béton, béton de sable ou de mortier en une ou plusieurs couches, transporté par voie sèche ou mouillée et projeté à l'aide d'air comprimé.

Dans la voie sèche, le mélange des constituants solides du matériau est incorporé à l'état sec, transporté à l'aide d'un flux d'air comprimé et l'eau introduite au niveau de la lance.

Dans la voie mouillée, l'eau est incorporée au mélange lors du malaxage. C'est donc un matériau mouillé qui est poussé dans la conduite de transport.

## 2. Fonctions

- Mécanique (structurante = reprise des charges appliquées sur l'ouvrage justifiée par la méthode Rerau avec matériau armé ou non).
- Hydraulique.
- Étanchéité.
- Anti-corrosion.
- Anti-abrasion.

## 3. Composants

- Ciments CEM III/A, B, C, CEM V.
- Granulats.
- Adjuvants (super-plastifiants, réducteurs d'eau, fluidifiants, accélérateurs...).
- Additifs (filler calcaire, cendres volantes...).
- Inserts (fibres diverses).
- Renforts éventuels (armatures, treillis soudé, fibres métalliques...).

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type de réseau

	Méthode manuelle		Méthode mécanique	
	Ovoïde	Circulaire	Ovoïde	Circulaire
Voie sèche	non	≥ 2 500	non	≥ 2 500
Voie mouillée	≥ T 150	≥ 1 500	≥ T 600	≥ Sup 500

- Gravitaire ou refoulement.

**Fiche technique 5 suite**

## Projection de bétons ou mortiers

**4.2. Nature du réseau**

- Béton.
- Maçonnerie.
- Métal.

**4.3. Nature de l'effluent**

Eaux usées, pluviales, industrielles.

**4.4. Section**

- Circulaire.
- Ovoïde.
- Carré.
- Rectangulaire.

---

**5. Dimensionnement**

Dans le cas d'un apport structurel du matériau projeté, la justification du chemisage avec contribution de l'ouvrage à la résistance est réalisée selon la méthode Rerau.

---

**6. Incidences techniques**

- Atténuation des anomalies géométriques.
- Sans repiquage préalable de la surface support, réduction de la section utile de l'ouvrage.
- Présence possible de réseaux divers fixés à la paroi de l'ouvrage.
- Adaptation à la forme de l'ouvrage (courbes, changements de section...).

---

**7. Informations préalables nécessaires**

- Diagnostic du réseau.
- Plans, profils en long.
- État détaillé de l'ouvrage d'accueil dans sa totalité le plus récent possible.
- Présence et localisation de réseaux divers et exigences de continuité de service des concessionnaires.
- Informations sur la présence ou non d'une nappe phréatique, son marnage et sa nature chimique.
- Nature et qualité du terrain environnant.
- Sollicitations à prendre en compte.
- Caractérisation de l'effluent (paramètres physico-chimiques et débits).

---

**8. Contraintes de mise en œuvre**

- Terrain environnant supposé stabilisé ou à traiter.
- Vérifier le comportement des composants aux températures extrêmes et leur sensibilité aux conditions pluviométriques avant prise du matériau projeté.
- Mise hors-service du tronçon à réhabiliter avec dérivation ou stockage des effluents, si nécessaire.
- Emprise du chantier : ouverture simultanée d'au moins deux regards et limitée au stockage des matériaux (éventuellement leur préparation) ainsi qu'au matériel nécessaire à la projection.
- Regards ou puits d'accès : minimum de 800 mm de diamètre ou 800 × 800 mm.
- Infiltrations plus ou moins importantes à traiter préalablement.
- En général, ventilation forcée par mesure de sécurité ; dans ce cas, mesure de protection du matériau projeté contre la dessiccation (traitement spécifique, cure, cloisonnement par tronçons...).
- Phasage des travaux, et notamment exécution déphasée du radier.

**Fiche technique 5 suite****Projection de bétons ou mortiers**

- Évacuation en continu des pertes de matériaux (essentiellement pour la voie sèche).
- Généralement, la voie mouillée sera préférée en assainissement en raison de l'exiguïté de l'ouvrage et de la réduction du niveau de poussières.

---

**9. Travaux préparatoires**

- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Dérivation ou stockage des effluents.
- Curage hydrodynamique soigné.
- Vérification de l'état initial par examen visuel.
- Traitement des venues d'eaux
- Traitement des fissures – Découpage ou enlèvement des obstacles (branchements et racines pénétrants, excroissances de béton...).
- Protection des branchements.
- Élimination des matériaux non adhérents par voie mécanique ou hydraulique.
- Décapage des parements par voie mécanique ou hydraulique pour obtenir des indentations millimétriques.
- Traitement des aciers corrodés, si nécessaire ;
- Nettoyage de l'ouvrage.
- Vérification de l'état d'accueil par inspection visuelle.

---

**10. Phasage des travaux**

- Projection d'une ou plusieurs couches (15 à 40 mm par couche en voie mouillée) avec mise en place éventuelle des armatures et des guides d'épaisseur.
- Lissage de finition.
- Traitement de la jonction radier/piédroits si nécessaire (conservation de l'étanchéité et protection des armatures).
- Réouverture des branchements et traitement des raccordements (étanchement).
- Évacuation des pertes et nettoyage.
- Inspection visuelle d'autocontrôle.
- Remise en service après un délai de 4 heures minimum après la projection (selon la nature du matériau projeté et des conditions d'exploitation).

---

**11. Capacité d'avancement**

Pour un ovoïde de 1,80 m de hauteur, de l'ordre de 5 à 20 m par jour selon l'existence de ferrailage, l'importance des travaux préparatoires et l'épaisseur du matériau à projeter.

---

**12. Traitement des raccordements**

Depuis l'intérieur manuellement.

### 13. Contrôles

- Inspection visuelle avant travaux de projection (rapport et support numérique).
- Contrôle de conformité des matériaux constitutifs (normes, certifications, cahiers des charges).
- Essais de convenue des bétons ou mortiers avant projection.
- Prélèvement en cours de mise en œuvre d'échantillons pour essais mécaniques, physiques ou chimiques du matériau projeté.
- Contrôle visuel de l'étanchéité au droit des raccordements.
- Contrôles de l'ouvrage en cours ou en fin de travaux : adhérence au support le cas échéant, épaisseur, caractéristiques mécaniques, état de surface...
- Opérations préalables à la réception selon objectifs et dimensions de l'ouvrage (cf. « Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement », TSM, février 2004) :
  - Contrôle en cours d'exécution des caractéristiques des matériaux frais et durcis.
  - Essais de vérinage intérieur.
  - Sondages destructifs ou carottages.
  - Inspection visuelle.
  - Sondage sonique au marteau non instrumenté.
  - Mesures ponctuelles de perméabilité.
  - Inspection visuelle.
  - Relevé du profil en long.
  - Relevé des sections transversales.

### 14. Dispositions relatives à la qualité

Le Plan assurance qualité précise les procédures associées aux opérations constitutives d'un chantier de projection de bétons ou mortiers :

#### A. Préparation du chantier

##### 1. Études et dimensionnement

- 1.1. Hypothèses des études de diagnostic, de l'environnement, hydraulique
- 1.2. Analyse des risques sanitaires et environnementaux et définition des mesures associées
- 1.3. Solution proposée : choix du matériau, nature et constitution, dimensionnement, épaisseur

##### 2. Opérations préliminaires

- 2.1. Déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT)
- 2.2. Arrêtés de circulation
- 2.3. Commandes

##### 3. Installation de chantier

- 3.1. Signalisation et barriérage
- 3.2. Gestion des effluents

##### 4. Travaux préalables

- 4.1. Vérification de l'ouvrage
- 4.2. Préparation de l'état d'accueil
- 4.3. Inspection avant intervention (repérage des branchements)

## B. Exécution (atelier et/ou chantier)

### 1. Fabrication

- 1.1. Matériaux constitutifs
- 1.2. Transport et livraison

### 2. Projection

- 2.1. Nettoyage et contrôle visuel
- 2.2. Pose des guides d'épaisseur
- 2.3. Mise en place éventuelle des armatures
- 2.4. Remise en service des branchements et étanchement des raccordements
- 2.5. Finition de l'état de surface
- 2.6. Essais préalables à la réception

### 3. Repli du chantier

- 3.1. Remise en service du réseau
- 3.2. Repli du matériel
- 3.3. Contrôle de l'état des lieux

---

## 15. Responsabilité, garanties et assurance

Ouvrage réhabilité

- Matériau projeté reprenant les charges appliquées sur l'ouvrage :  
Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de projection vis-à-vis du maître d'ouvrage.
- Matériau projeté ne reprenant pas les charges appliquées sur l'ouvrage :  
Maintien de la responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de pose de l'ouvrage existant vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques mécaniques de l'ouvrage.  
Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de projection vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques non mécaniques et pour la résistance à la contre-pression de l'ouvrage réhabilité.

---

## 16. Évaluation technique

Les matériaux projetés peuvent faire l'objet d'avis techniques ou de certifications produits. Cette démarche est volontaire.

L'évaluation fait intervenir un organisme tiers, tel que le CSTB, en charge de vérifier par exemple les caractéristiques du produit, les conditions de dimensionnement de l'ouvrage et de mise en œuvre des produits ainsi que les contrôles à effectuer. L'avis qui en résulte est prononcé par des experts représentatifs de la profession.

---

## 17. Entreprises

Le label **Canalisateurs de France – label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)**

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique à la projection de bétons ou mortiers.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

Fiche technique 5 suite  
Projection de bétons ou mortiers

L'identification professionnelle de la Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (5211, 5212)

Ces référentiels sont spécifiques à la projection de bétons ou mortiers.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

Il n'existe pas d'enseignement national spécifique attaché à la projection des bétons et mortiers. L'association Asquapro qui regroupe toutes les parties prenantes à la technique a rédigé des référentiels permettant l'évaluation des qualités requises des personnels d'entreprise assurant cette activité. **Asquapro est le certificateur et le rédacteur des référentiels** qui donnent le cadre des exigences régissant le contenu des stages de formation assurée par des organismes délégués. Les référentiels ont été établis pour les certificats de porte-lance béton VS, d'opérateur de projection VM et de pilote de robot et l'agrément du personnel d'encadrement.

**Fiche technique 6**

## Injection ponctuelle d'étanchement

**Références normatives :** n'existent pas

### 1. Principe

Injection d'un polymère ou d'un mélange à base de ciment au droit des défauts (joints défectueux, fissures circulaires, perforations...) à l'aide d'un manchon ou de canules d'injection préalablement scellées (en réseaux visitables ou regards de visite).

Le volume injecté est limité au défaut (par exemple gel de polyuréthane) ou concerne localement le sol environnant (par exemple gel acrylique).

### 2. Fonction

Rétablissement de l'étanchéité.

### 3. Composants

- Résines : acrylique, polyuréthane.
- Coulis : à base de ciment...

### 4. Domaine d'emploi

#### 4.1. Type de réseau

Gravitaire, non visitable et visitable.

#### 4.2. Nature du réseau

Tous matériaux.

#### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées, pluviales, industrielles.

Le composant utilisé devra tenir compte du type d'effluent.

#### 4.4. Section

Circulaire Ø 150 à 3000 mm ou ovoïdale de section équivalente (avec manchon).

Toutes sections visitables (à l'aide d'aiguilles ou de canules d'injection).

### 5. Dimensionnement

Sans objet.

### 6. Incidences techniques

- Limites d'emploi : fissures circulaires, perforations et joints. Ne s'applique pas aux fissures longitudinales ni aux défauts tels que corrosion, abrasion, porosité...
- Nécessité d'un degré hygrométrique du sol adapté aux composants (cas des gels acryliques).

---

## 7. Informations préalables nécessaires

- Diagnostic du réseau.
- Plans.
- État détaillé de l'ouvrage d'accueil dans sa totalité par inspection télévisée la plus récente possible (moins d'un an) : support numérique et rapport.
- Informations sur la présence ou non de la nappe phréatique, son marnage et sa nature chimique.
- Caractérisation de l'effluent (paramètres physico-chimiques et débits).
- Nature et caractéristiques du sol environnant.

---

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Vérifier le comportement des composants aux températures extrêmes.
- Difficulté, voire impossibilité de traiter un joint ou un défaut situé à proximité immédiate d'un raccordement, d'un regard non visitable ou d'un ouvrage étranger (cave...).
- Emprise du chantier : un camion et ouverture simultanée d'au moins deux regards de visite.

---

## 9. Travaux préparatoires

- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Curage soigné et fraisage des obstacles.
- Contrôle de l'état d'accueil par inspection télévisée.

---

## 10. Phasage des travaux

Ouvrages non visitables :

- mise en place du câble de traction sous contrôle caméra ;
- mise en place du manchon au droit du joint ou du défaut ;
- gonflage du manchon ;
- test d'étanchéité à l'air ;
- injection des composants ;
- polymérisation ou durcissement ;
- test d'étanchéité à l'air ;
- renouvellement du cycle si nécessaire.

Ouvrages visitables :

- Injection réalisée avec manchon : mêmes phases de travaux que dans les ouvrages non visitables sous contrôle visuel.
- Injection réalisée avec canules :
  - calfeutrement provisoire du joint ou du défaut ;
  - mise en place des canules ;
  - injection des composants ;
  - polymérisation ou durcissement ;
  - démontage des canules, élimination du calfeutrement et ragréage éventuel.

---

## 11. Capacité d'avancement

Par exemple, traitement de 20 à 30 points par jour avec résine acrylique en réseau non visitable, dans le cas du traitement systématique de tous les joints et défauts d'un tronçon.

---

## 12. Étanchement des raccordements

Cf. fiche « Robots multifonctions ».

---

## 13. Contrôles

- Test de polymérisation du mélange utilisé réalisé lors de la préparation des composants.
- Inspection télévisée avant et après travaux (support numérique et rapport).
- Contrôle d'étanchéité après injection et polymérisation réalisé à l'avancement (injection avec manchon). Rapport d'injection avec, pour chaque point traité, la localisation, la quantité injectée et, pour chaque point non traité, la raison pour laquelle il n'a pu l'être.
- Opérations préalables à la réception : (cf. « Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement », TSM, février 2004) :
  - Inspection visuelle.
  - Contrôle de l'autocontrôle de l'entreprise.

---

## 14. Dispositions relatives à la qualité

Le Plan assurance qualité précise les procédures associées aux opérations constitutives d'un chantier d'injection ponctuelle d'étanchement.

---

## 15. Responsabilité, garanties et assurance

- Ouvrage réhabilité : l'entrepreneur garantit contractuellement le rétablissement de l'étanchéité.
- Matériaux : responsabilité et garanties des fournisseurs vis-à-vis de l'entrepreneur (légales ou spécifiques au chantier).

Nota : L'injection étant un traitement ponctuel, la responsabilité de l'entrepreneur ne peut en aucun cas couvrir tout défaut apparaissant ultérieurement sur une partie non traitée de l'ouvrage.

---

## 16. Évaluation technique

Pas d'évaluation technique sur ce type de réparation.

---

## 17. Entreprises

Le label Canaliseurs de France – label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique à l'injection ponctuelle d'étanchement.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

**L'identification professionnelle de la Fédération nationale des Travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (521, 5211, 522, 5221)**

L'identification professionnelle n'est pas spécifique à l'injection ponctuelle d'étanchement.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

## Fiche technique 7

# Chemisage partiel (manchette) polymérisé(e) en place

**Références normatives :** n'existent pas

## 1. Principe

Réparation (ponctuelle)

La technique consiste à plaquer sur le défaut de la canalisation existante une chemise courte (couramment inférieure à 50 cm) souple imprégnée de résine, appelée aussi manchette.

Celle-ci est introduite dans la canalisation sous contrôle vidéo, puis plaquée par mise en pression d'un manchon gonflable.

La manchette rigide est obtenue par polymérisation à chaud ou à température ambiante.

## 2. Fonctions

- Mécanique (apport non calculable). Le réseau existant est considéré globalement mécaniquement résistant.
- Étanchéité (voir 5. Dimensionnement).

## 3. Composants

La manchette est constituée d'un système de résine, d'une matrice (appelée feutre) ou/et d'un renfort et de membranes.

Composant de la manchette	Matériaux
Type de résine	Polyester, vinylester, époxy, silicate
Type de matériau de charge	Aucun, minéral ou organique
Matrice/renfort	Fibres polymères : polyester (PE), polyamide (PA), polyacrylonitrile (PAN), polynaphtalate d'éthylène (PEN), polytéréphtalate d'éthylène (PET), polypropylène (PP) Fibres de verre Fibres de carbone Combinaisons des fibres ci-dessus.

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type de réseau

- Circulaires de dimensions courantes (150 à 600 mm).
- Sans pression (chemisage des ouvrages sous pression non visé dans le présent document).
- Mode unitaire ou séparatif.

### 4.2 Nature du réseau

Tous matériaux sauf PP et PE.

### 4.3 Nature de l'effluent

Eaux usées domestiques, pluviales, industrielles.

---

## 5. Dimensionnement

L'épaisseur minimale de la manchette doit prendre en compte la pression hydrostatique.

---

## 6. Incidences techniques

- Réparation de défaut.
- Rétablissement de l'étanchéité.
- Pas d'incidence sur les performances hydrauliques.

---

## 7. Informations préalables nécessaires

Diagnostic du réseau :

- Recommandations générales : caractérisation de l'état initial de l'ouvrage par inspection visuelle la plus récente possible (moins de 6 mois, avec rapport et DVD), géométrie (plans, déviations angulaires, décalages), dépôts durs et obstacles non éliminés, venues d'eau importantes.
- Recommandations spécifiques : relevés géométriques précis de sections par tronçons, défauts ponctuels (paroi manquante).

Diagnostic de l'environnement proche : présence ou non d'une nappe phréatique et son marnage, Caractérisation de l'accès à l'ouvrage (dimensions des regards...).

---

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Mise hors-service du tronçon à réhabiliter et de ses branchements avec dérivation ou stockage des effluents.
- Emprise du chantier : véhicule d'intervention stationné à proximité d'un regard de visite et ouverture d'au moins un regard supplémentaire.
- Dimensions des regards ou puits d'accès : selon procédé et dimensions de l'ouvrage à réhabiliter.
- Prise en compte de particularités géométriques susceptibles de gêner la mise en place du manchon

---

## 9. Travaux préparatoires

- Information des riverains.
- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Dérivation ou stockage des effluents.
- Curage hydrodynamique soigné.
- Vérification de l'état initial par inspection visuelle.
- Découpage ou enlèvement des obstacles (branchements et racines pénétrants, excroissances de béton...) + curage hydrodynamique soigné.
- Élargissement éventuel du défaut et préparation de l'état de surface (si nécessaire).
- Traitement éventuel des venues d'eau.
- Vérification de l'état d'accueil par inspection visuelle.

---

## 10. Phasage des travaux

- Découpage de la manchette à la dimension voulue.
- Imprégnation de la manchette en atelier ou sur site puis enroulement autour du manchon gonflable.
- Introduction du manchon dans la canalisation par tractage.
- Mise en place (sous contrôle visuel) du manchon au droit du défaut à traiter.
- Mise en pression du manchon gonflable.

**Fiche technique 7 suite****Chemisage partiel (manchette) polymérisé(e) en place**

- Polymérisation (avec maintien de la pression) de la manchette à température ambiante ou par chauffage du manchon.
- Retrait du manchon dégonflé.
- Inspection visuelle pour vérifier le traitement du défaut ponctuel et l'état des extrémités.
- Remise en service du réseau.

---

**11. Capacité d'avancement**

Couramment entre 4 à 8 manchettes sont réalisées par jour, suivant le diamètre, l'implantation des défauts à traiter.

---

**12. Réouverture des branchements et étanchement des raccordements**

Si le défaut à traiter est situé près d'un branchement, il est nécessaire de le remettre en service par fraisage. Au niveau du raccordement, l'étanchéité peut être complétée par la pose d'une selle de raccordement polymérisée sur place ou par injection de résines.

---

**13. Contrôles**

- Inspection visuelle avant travaux (rapport et support numérique).
- Contrôle des matériaux constitutifs (normes, certifications, cahiers des charges).
- Contrôle de la qualité de l'imprégnation.
- Contrôle des pressions du fluide de mise en œuvre.
- Contrôle des paramètres critiques de la polymérisation.
- Opérations préalables à la réception selon objectifs et taille de l'ouvrage (cf. « Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement », TSM, février 2004) : Inspection visuelle.

Il est recommandé de compléter les opérations préalables à la réception des travaux par un curage hydrodynamique en conditions normales d'exploitation pour s'assurer de la bonne tenue de la manchette.

---

**14. Dispositions relatives à la qualité**

Mode opératoire du procédé (cité dans le plan d'assurance qualité).

---

**15. Responsabilité, garanties et assurance**

Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de chemisage partiel vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques non mécaniques et pour la résistance à la contre-pression de l'ouvrage réhabilité.

Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de pose de la canalisation existante vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques mécaniques de la canalisation posée.

---

**16. Évaluation technique**

Pas d'évaluation technique française sur ce type de réparation.

## 17. Entreprises

**Le label Canalisateurs de France – label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)**

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée, à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique à la pose de manchettes.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

**L'identification professionnelle de la Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (5222)**

Le référentiel est spécifique à la pose de manchettes.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

## Fiche technique 8

# Dispositif mécanique interne de réparation (manchette mécanique)

Références normatives : n'existent pas

## 1. Principe

Réparation (ponctuelle) :

- Système basé sur l'introduction et la compression d'une manchette souple (élastomère) par une spire de tôle d'acier inoxydable.
- Un manchon gonflable adapté au diamètre de la canalisation permet de positionner le dispositif au niveau du défaut à réparer
- Le diamètre de la spire est augmenté au moyen du manchon gonflé à l'air comprimé. Un mécanisme de blocage permet au feuillard de maintenir la manchette dans la position expansée.

## 2. Fonctions

- Mécanique (apport non calculable). Le réseau existant est considéré globalement mécaniquement résistant.
- Étanchéité (voir 5. Dimensionnement).

Un dispositif spécifique permet d'assurer l'étanchéité de la jonction regard/chemisage.

## 3. Composants

- Manchette d'acier inoxydable dotée d'une crémaillère mécanique.
- Joint EPDM.

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type de réseau

- Circulaires de dimensions courantes.
- Sans pression (réparation des ouvrages sous pression non visée dans le présent document).
- Mode unitaire ou séparatif.

### 4.2. Nature du réseau

Tous matériaux.

### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées domestiques, pluviales, industrielles.

## 5. Dimensionnement

La manchette doit résister à la pression hydrostatique externe avec prise en compte d'un coefficient de sécurité.

---

## 6. Incidences techniques

- Permet de réparer un défaut d'une canalisation en service.
- Rétablissement de l'étanchéité.
- Incidence limitée sur les performances hydrauliques (selon diamètre).

---

## 7. Informations préalables nécessaires

Diagnostic du réseau :

- Recommandations générales : caractérisation de l'état initial de l'ouvrage par inspection visuelle la plus récente possible (moins de 6 mois, avec rapport et DVD), géométrie (plans, déviations angulaires, décalages), dépôts durs et obstacles non éliminés, venues d'eau importantes.
- Recommandations spécifiques : relevés géométriques précis de sections par tronçons, défauts ponctuels (paroi manquante).

Diagnostic de l'environnement proche : présence ou non d'une nappe phréatique et son marnage.

Caractérisation de l'accès à l'ouvrage (dimensions des regards...).

---

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Emprise du chantier : véhicule d'intervention stationné à proximité d'un regard de visite et ouverture d'au moins un regard supplémentaire.
- Système sans colle, résines ou autres produits (pas de contraintes de temps de polymérisation).
- Dimensions des regards ou puits d'accès : selon procédé et dimensions de l'ouvrage à réhabiliter.
- Prise en compte de particularités géométriques (notamment décalages, déviations angulaires) susceptibles de gêner la mise en place de la manchette.

---

## 9. Travaux préparatoires

- Information des riverains.
- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Curage hydrodynamique soigné.
- Vérification de l'état initial par inspection visuelle.
- Découpage ou enlèvement des obstacles (branchements et racines pénétrants, excroissances de béton...) + curage hydrodynamique soigné.
- Traitement éventuel des venues d'eau.
- Vérification de l'état d'accueil par inspection visuelle.

---

## 10. Phasage des travaux

- Introduction de la manchette dans la canalisation par tractage.
- Mise en place (sous contrôle visuel) de la manchette au droit du défaut à traiter.
- Introduction puis mise en pression du manchon gonflable pour ouvrir la crémaillère et appliquer la manchette contre la paroi de la canalisation.
- Retrait du manchon dégonflé.
- Inspection visuelle pour vérifier le traitement du défaut ponctuel.

## 11. Capacité d'avancement

Couramment environ 7 manchettes sont réalisées par jour, suivant le diamètre, l'implantation des défauts à traiter.

## 12. Réouverture des branchements et étanchement des raccordements

Sans objet.

## 13. Contrôles

- Inspection visuelle avant travaux (rapport et support numérique).
- Contrôle des matériaux constitutifs (normes, certifications, cahiers des charges).
- Contrôle des pressions du fluide de mise en œuvre.
- Opérations préalables à la réception (selon objectifs et taille de l'ouvrage) : Inspection visuelle.

Il est recommandé de compléter les opérations préalables à la réception des travaux par un curage hydrodynamique en conditions normales d'exploitation pour s'assurer de la bonne tenue de la manchette.

## 14. dispositions relatives à la qualité

Mode opératoire du procédé (cité dans le plan d'assurance qualité).

## 15. Responsabilité, garanties et assurance

Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de chemisage partiel vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques non mécaniques et pour la résistance à la contre-pression de l'ouvrage réhabilité.

Responsabilité décennale légale et garanties contractuelles de l'entrepreneur de pose de la canalisation existante vis-à-vis du maître d'ouvrage pour les caractéristiques mécaniques de la canalisation posée.

## 16. Évaluation technique

Les manchettes mécaniques peuvent faire l'objet d'avis techniques. Cette démarche est volontaire.

L'évaluation fait intervenir un organisme tiers, le CSTB, en charge de vérifier les caractéristiques du produit, les conditions de dimensionnement de l'ouvrage et de mise en œuvre des produits ainsi que les contrôles à effectuer. L'avis qui en résulte est prononcé par des experts représentatifs de la profession.

## 17. Entreprises

Le label Canalisateurs de France – label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée, à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, micro-tunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique à la pose de manchettes.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

**Dispositif mécanique interne de réparation (manchette mécanique)**

L'identification professionnelle de la Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (5222)

Le référentiel est spécifique à la pose de manchettes.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

**Fiche technique 9**

## Robot de fraisage

**Références normatives :** n'existent pas

### 1. Principe

Rétablissement du fonctionnement d'une canalisation par :

- traitement des obstacles (branchements pénétrants, dépôts, racines, joints pendants...);
- remise en service des branchements obstrués ;
- réouverture des branchements lors de la rénovation de la canalisation principale.

Ces travaux sont réalisés à l'aide d'un robot de fraisage à fonction unique ou à fonctions multiples qui découpe les obstacles à l'écoulement sous surveillance vidéo.

### 2. Fonction(s)

- Hydraulique.

### 3. Composants

Sans objet

### 4. Domaine d'emploi

#### 4.1. Type de réseau

- Dimensions :
  1. Avec robot autotracté du Ø 125 mm au Ø 800 mm circulaire et ovoïde
  2. Avec robot poussé du Ø 50 mm au Ø 300 mm circulaire.
- Mode unitaire ou séparatif

#### 4.2. Nature du réseau

Tous matériaux (mesures spécifiques à prendre pour les travaux sur matériaux amiantés).

#### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées domestiques, pluviales, industrielles.

### 5. Dimensionnement

Sans objet

### 6. Incidences techniques

- En général, rétablissement de la capacité hydraulique (travaux de fraisage préparatoires à une autre technique de réhabilitation, atténuation des anomalies géométriques).

### 7. Informations préalables nécessaires

Diagnostic du réseau :

- Recommandations générales : caractérisation de l'état de l'ouvrage par inspection visuelle la plus récente, matériaux constituant l'ouvrage (amiante-ciment...), géométrie (dimension de l'ouvrage, plans, déviations angulaires), dépôts durs et obstacles.
- Caractérisation de l'effluent (débits, paramètres physico-chimiques le cas échéant des eaux industrielles, température).
- Caractérisation de l'accès à l'ouvrage (dimensions des regards, des tabourets de visite...).

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Mesures spécifiques à prendre pour les travaux sur **matériaux amiantés** (*se référer à la réglementation en vigueur*).
- Dérivation des effluents généralement non nécessaire (obturation de courte durée suffisante) sauf si débits importants.
- Prise en compte des conditions météorologiques (cas de réseaux unitaires ou pluviaux).
- Regards d'accès de section carrée ou circulaire suffisante à l'introduction du robot.
- Géométrie et état de l'ouvrage : ovalisation importante ou effondrement partiel, décalage (désaxement) important ou changement de direction entre l'accès et le défaut à fraiser.

### Robot autotracté

- Emprise du chantier : un regard de visite (stationnement du véhicule).

### Robot poussé

- Emprise du chantier : mise en place du matériel manu-portable au droit de l'accès.
- Possibilité de franchir quelques coudes (jusqu'à 90°) selon robot.

## 9. Travaux préparatoires

- Information des riverains.
- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Stockage (ou dérivation) des effluents le cas échéant.
- Curage hydrodynamique souhaitable.

## 10. Phasage des travaux

- Introduction du robot.
- Découpage des obstacles à l'aide de l'outil (fraise, scie ou burin).
- Évacuation hydrodynamique des produits de découpe.
- Inspection visuelle pour vérifier le traitement du défaut.
- Remise en service du réseau (le cas échéant).

## 11. Capacité d'avancement

- Avec robot autotracté : Très variable suivant la nature et le nombre de défauts et l'état de la canalisation (en moyenne 15 à 25 défauts découpés par jour).
- Avec robot poussé : Souvent utilisé pour des cas particuliers.

## 12. Réouverture des branchements et étanchement des raccordements

L'étanchement des raccordements n'est pas traité par cet outil.

## 13. Contrôles

- Inspection télévisuelle avant et après travaux (enregistrement vidéo, rapport).
- Rapport (si exigé) avec, pour chaque défaut traité, la localisation, la longueur traitée, et pour chaque défaut non traité, la raison pour laquelle il n'a pu l'être.

## 14. Dispositions relatives à la qualité

Mode opératoire de la mise en œuvre (cité dans le plan d'assurance qualité).

---

## 15. Responsabilité, garanties et assurance

La responsabilité de l'entrepreneur porte sur la bonne exécution des travaux. Elle ne couvre pas tout défaut apparaissant ultérieurement, en particulier la repousse de racines.

---

## 16. Évaluation technique

Pas d'évaluation technique sur ce type de travaux.

---

## 17. Entreprises

**Le label Canalisateurs de France – label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)**

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée, à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique aux travaux de fraisage, mais comme travaux préparatoires à la rénovation.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

**L'identification professionnelle de la Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (5221)**

L'identification professionnelle n'est pas spécifique aux travaux de fraisage, mais comme travaux préparatoires à la rénovation.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

## Fiche technique 10

# Robot à fonctions multiples

**Références normatives :** n'existent pas

## 1. Principe

Réparation des canalisations d'assainissement non visitables à l'aide d'un robot télécommandé sous surveillance vidéo.

Le robot à fonctions multiples permet :

- Le traitement des obstacles (branchements pénétrants, dépôts, racines, joints pendants...).
- Le traitement des raccordements défectueux.
- Le colmatage des perforations, des joints défectueux (décalés, déboîtés, épaufrés...), des fissures longitudinales, circulaires, biaisées.
- La pose de manchette (chemisage partiel polymérisé en place ou dispositif mécanique interne de réparation).

## 2. Fonctions

- Hydraulique.
- Étanchéité.
- Anti-corrosion.
- Renforcement mécanique

## 3. Composants

Technique	Composant	Matériaux
Spatulage	Résine	Époxy
Colmatage	Résines	Époxy, Acrylique, PU
Selle de branchement composite	Matrices supports	Feutre ou fibres de verre
	Résines	Époxy, Silicate...

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type de réseau

- Dimensions :
  - Collecteur du Ø 140 mm au Ø 800 mm circulaire et ovoïde (> 800 mm avec matériel spécifique).
  - Branchement à traiter du Ø 100 mm au Ø 300 mm.
- Mode unitaire ou séparatif.

### 4.2. Nature du réseau

Tous matériaux (mesures spécifiques à prendre pour les travaux sur matériaux amiantés).

### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées domestiques, pluviales, industrielles.

## 5. Dimensionnement

Sans objet.

## 6. Incidences techniques

- Augmentation de la capacité hydraulique (atténuation des anomalies géométriques).
- Suppression des infiltrations ou exfiltrations.

## 7. Informations préalables nécessaires

Diagnostic du réseau :

- Recommandations générales : caractérisation de l'état de l'ouvrage par inspection visuelle la plus récente, matériaux constituant l'ouvrage (amiante-ciment...), géométrie (dimension de l'ouvrage, plans, ovalisation, déviations angulaires), dépôts durs et obstacles.
- Caractérisation de l'effluent (débits et paramètres physico-chimiques le cas échéant des eaux industrielles, température).
- Caractérisation de l'accès à l'ouvrage (dimensions des regards, des tabourets de visite...).

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Mesures spécifiques à prendre pour les travaux sur **matériaux amiantés** (*se référer à la réglementation en vigueur*).
- Dérivation des effluents de la conduite principale généralement non nécessaire. Dans le cas de l'étanchement d'un raccordement de branchement, elle est à étudier pour s'assurer que le volume des effluents peut être contenu pendant la durée des travaux.
- Regard d'accès de section carrée ou circulaire suffisante (> 700 mm selon robot).
- Emprise du chantier : un regard de visite (stationnement d'un véhicule + une unité de travail qui peut être éloignée pour la préparation des composites ou selles...).
- Progression empêchée en cas d'ovalisation importante ou d'effondrement partiel de la canalisation, de décalage (désaxement) important ou de changements de direction entre l'accès et le point à traiter.
- La présence d'une forte infiltration dans le branchement.
- L'angle ou la position du raccordement du branchement (des raccordements tangentiel ou à midi ne sont pas traitables).

Contrainte géométrique :

- Colmatage :
  - Si collecteur = 140 mm, DN branchement à traiter compris entre 100 mm et 125 mm ;
  - Si collecteur > 140 mm, DN branchement à traiter compris entre 100 mm et 300 mm ;
  - Il n'est pas possible de réaliser un colmatage d'un branchement dont le diamètre est égal à celui du collecteur.
- Selle de branchement :
  - Si collecteur > 140 mm, DN branchement à traiter compris entre 100 mm et 250 mm.

## 9. Travaux préparatoires

- Information des riverains.
- Signalisation du chantier et mesures de sécurité.
- Dérivation ou stockage des effluents.
- Curage hydrodynamique soigné.
- Vérification de l'état initial par inspection visuelle (possible avec le robot).
- Travaux de fraisage préparatoires (suppression des obstacles empêchant la progression du matériel).

---

## 10. Phasage des travaux

- Introduction du robot.
- Pour le colmatage ou le spatulage : préparation de la conduite par fraisage (exemple : création des « oreilles » d'injection si besoin).
- Nettoyage hydrodynamique.
- Préparation de la résine, de la selle ou du chemisage partiel.
- Pour le colmatage : mise en place du coffrage et obturation du branchement à traiter.
- Injection de la résine en une ou plusieurs passes, spatulage, pose de la selle de branchement ou pose du chemisage partiel.
- Travaux de finition par suppression des bavures de résine si nécessaire.
- Inspection visuelle pour vérifier le traitement du défaut.
- Remise en service du réseau le cas échéant.

---

## 11. Capacité d'avancement

Elle est fonction de la solution retenue, du matériel utilisé et des conditions du site.

Par exemple : cadence moyenne pour le colmatage de raccordement de branchement : collecteur DN300, branchement DN200 => 4 colmatages/jour.

---

## 12. Réouverture des branchements et étanchement des raccords

Cf. la présente fiche.

---

## 13. Contrôles

- Inspection visuelle par caméra avant et après travaux (support numérique, rapport).
- Vérification des matériaux constitutifs.
- Rapport avec, pour chaque défaut traité, la localisation, la longueur traitée, et pour chaque défaut non traité, la raison pour laquelle il n'a pu l'être.
- Opérations préalables à la réception (cf. « Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement », TSM, février 2004) :
  - Inspection visuelle.
  - Contrôle de l'autocontrôle de l'entreprise.

---

## 14. Dispositions relatives à la qualité

Mode opératoire du procédé (cité dans le plan d'assurance qualité).

---

## 15. Responsabilité, garanties et assurance

- **Ouvrage réhabilité** : l'entrepreneur garantit contractuellement le rétablissement de l'hydraulicité et de l'étanchéité.
- **Matériaux** : responsabilité et garanties des fournisseurs vis-à-vis de l'entrepreneur (légales ou spécifiques au chantier).

La garantie de l'entrepreneur ne peut en aucun cas couvrir tout défaut apparaissant ultérieurement.

---

## 16. Évaluation technique

Pas d'évaluation technique sur ce type de réparation.

---

## 17. Entreprises

Le label **Canalisateurs de France – label Réhabilitation (Réhabilitation sans tranchée)**

Le label concerne plusieurs techniques de réhabilitation sans tranchée, à savoir la rénovation, la réparation ou le remplacement de canalisations ou de branchements (chemisage, tubage, injection, microtunnelier « mange-tube », tubage après éclatement...). Il n'est donc pas spécifique aux travaux de réparation par robot à fonctions multiples.

L'attribution des labels repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- la capacité à réaliser des ouvrages ;
- la démarche QSE ;
- la démarche de formation du personnel et d'insertion des jeunes.

L'identification professionnelle de la **Fédération nationale des travaux publics – Nomenclature des travaux publics – Référentiel (5222)**

Le référentiel est spécifique aux travaux de réparation par robot à fonctions multiples.

L'attribution de l'identification professionnelle repose sur l'évaluation de trois critères principaux :

- les moyens en ressources humaines dont l'entreprise dispose (effectif permanent avec qualifications ou fonctions et statuts) ;
- les moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...) ;
- des références de réalisation.

## Fiche technique 11

# Réhabilitation des canalisations de branchement

## 1. Principe

La réhabilitation des branchements est dans la majorité des cas envisagée dans le cadre d'une mise en conformité d'usage relative aux obligations réglementaires. Avec ou sans tranchée, elle vise la mise en conformité physique de l'ouvrage.

Cette fiche ne concerne que les applications sans tranchée.

## 2. Fonctions

Les travaux de réhabilitation concernent :

- L'étanchéité des canalisations, raccords et ouvrages de manière continue ou ponctuelle.
- L'amélioration de l'écoulement.
- La structure des ouvrages (consolidation ou restructuration ou renouvellement).
- La création d'une boîte de branchement.

## 3. Composants

Voir FT selon technique.

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type de réseau

- Généralement de l'ordre de 100 à 300 mm.
- Sans pression.
- Mode unitaire ou séparatif.

### 4.2. Nature du réseau

Tous matériaux.

### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées domestiques ou assimilées, eaux pluviales, eaux industrielles.

### 4.4. Section

Généralement circulaire.

## 5. Dimensionnement

Voir FT selon technique.

## 6. Incidences techniques

- Restructuration (avec justification) ou consolidation.
- Rétablissement de la capacité hydraulique.
- Rétablissement de l'étanchéité.
- Résistance physico-chimique.

Techniques	Objectifs				
	Structurant	Consolidant	Étanchéité	Hydraulique	Anti-corrosion Anti-abrasion
Chemisage continu	x	x	x	x	x
Chemisage partiel		x	x		
Tubage	x	x	x	x	x
Injections			x		
Fraisage				x	

## 7. Informations préalables nécessaires

Diagnostic de l'ouvrage résultant d'un processus d'investigation portant sur les aspects structurels et fonctionnels. Il comprend :

- l'analyse des données existantes : conformité au plan, contexte environnemental ;
- l'inspection télévisée ;
- l'évaluation des performances du branchement tant sur le plan physique que fonctionnel.

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- **Section de l'ouvrage sur lequel il se raccorde :**
  - le collecteur ou le regard (visitable) : la plupart des techniques ne nécessitent pas la présence d'un ouvrage de visite, même si ce dernier peut faciliter la mise en œuvre et réduire le coût de la réhabilitation ;
  - la canalisation (non visitable) : certaines techniques, autorisant une intervention sans ouvrage de visite, sont en développement. Il est recommandé d'utiliser ou de créer un ouvrage de visite pour intervenir de façon plus simple et moins onéreuse.
- **Diamètre du branchement :** il constitue une donnée importante pour la sélection des techniques et impose des contraintes dimensionnelles aux appareillages destinés à être introduits à l'intérieur du branchement.
- **Accessibilité au branchement :** quelles que soient les techniques, l'accessibilité au branchement est un critère majeur de choix. En l'absence d'accès, sa création est une option qui doit être sérieusement étudiée. Si elle est retenue, elle peut remettre en cause l'intérêt d'une technique de réhabilitation sans tranchée au profit du remplacement du branchement.
- **Profil en long et en plan de l'ouvrage :** la forme du profil du branchement (et notamment la présence de coudes) est déterminante vis-à-vis de l'insertion et du déplacement d'appareillages divers ou de la mise en place d'une chemise avant polymérisation.
- **Nature du branchement selon la technique :** c'est le cas du chemisage partiel où l'adhérence entre la canalisation de branchement et la réhabilitation est impérative.

## 9. Travaux préparatoires

- Mise hors service.
- Si nécessaire, création d'une boîte de branchement.
- Curage hydrodynamique soigné.
- Vérification de l'état initial par inspection visuelle.
- Découpage ou enlèvement des obstacles (racines pénétrantes, excroissances de béton...) + curage hydrodynamique soigné.
- Traitement éventuel des venues d'eau.
- Vérification de l'état d'accueil par inspection visuelle.

## 10. Types de travaux

Les familles de techniques utilisées sur le marché français, intégrant celles en développement avancé sont :

- le remplacement partiel ou total en tranchée, qui est une technique de réhabilitation traitant à la fois le branchement proprement dit et son raccordement ;

**Fiche technique 11 suite****Réhabilitation des canalisations de branchement**

- la réhabilitation ou le remplacement sans tranchée du branchement, qui peuvent être complétés par le traitement du raccordement ;
- le traitement du raccordement par voie interne ou externe ;
- le fraisage qui est une opération préparatoire ou une réhabilitation à part entière (pour l'amélioration de l'hydraulicité).

---

**11. Techniques de réhabilitation de la canalisation de branchement**

En collecteur visitable, on distingue :

- Les techniques continues :
  - le chemisage continu polymérisé en place ;
  - le tubage.
- Les techniques ponctuelles :
  - le chemisage partiel polymérisé en place ;
  - l'étanchement par injection de résines ;
  - le fraisage.

En collecteur non visitable :

- Les techniques continues :
  - le chemisage polymérisé en place, par inversion ou tractage.
- Les techniques ponctuelles :
  - le chemisage partiel polymérisé en place ;
  - l'étanchement par injection de résines ;
  - le fraisage.

---

**12. Réhabilitation du raccordement de la canalisation de branchement**

- En traitement partiel des branchements pénétrants, en retrait ou non étanche ;
- En complément de la rénovation de l'ouvrage principal et du branchement, les techniques consistent en :
  - fraisage si nécessaire ;
  - mise en œuvre d'une selle de branchement interne à base de matériaux composites polymérisés en place ;
  - injection de mortiers ;
  - injection de résines ;
  - terrassement et mise en œuvre de selles de raccordements extérieures ou de culottes de branchement ou de raccords mécaniques.

---

**13. Contrôles**

Voir FT selon technique

---

**14. Dispositions relatives à la qualité**

Voir FT selon technique

---

## **15. Responsabilité, garanties et assurance**

Voir FT selon technique

---

## **16. Évaluation technique**

Voir FT selon technique

---

## **17. Entreprises**

Voir FT selon technique

## Fiche technique 12

# Réhabilitation de regards de visite et ouvrages similaires

### Références normatives :

- NF EN 206 Béton - Spécification, performances, production et conformité.
- NF EN 196-1 et 2 Méthodes d'essai des ciments, analyse chimique des ciments.
- NF EN 1504-3 Produits et systèmes de réparations structurelles et non structurelles.

## 1. Principe

Réparation :

Ces travaux peuvent être ponctuels ou concerner tout l'ouvrage.

Ils font appel à plusieurs techniques éventuellement associées entre elles :

### • Traitement ponctuel :

- Mise en œuvre ponctuelle au mortier d'étanchement.
- Injection de résine ou de mortier.

Ces techniques de reprise ponctuelle sont couramment employées comme étape préparatoire à un traitement intégral ou ne concernent que l'étanchéité.

### • Traitement intégral (i) ou partiel (p) :

- i/p, Enduit de mortier ou de résine, appliqué manuellement ou projeté.
- i, Tubage par éléments cylindriques ou par assemblage de coques souples en plastique.
- i, Chemisage en béton coulé en place ou projeté.
- i/p, Chemisage polymérisé en place.
- i/p, Collage d'éléments de revêtements

Les traitements d'étanchéité, anti-corrosion et/ou structurels concernent généralement tout l'ouvrage.

## 2. Fonctions

- Étanchéité avec enduit, tubage, chemisage béton, chemisage polymérisé en place, éléments de revêtements.
- Anti-corrosion avec enduit, tubage, chemisage béton, chemisage polymérisé en place, éléments de revêtements.
- Mécanique avec enduit, tubage, chemisage béton, chemisage polymérisé en place.
- Anti-abrasion et anti-érosion (chutes d'effluent), en cunette et sur banquettes avec mortiers et éléments de revêtements.

## 3. Composants

### 3.1. Étanchement ponctuel

Composant	Matériaux
Mortier	Prêt à gâcher à l'eau ou prêt à l'emploi Application manuelle

### 3.2. Injections d'étanchéité (ne peuvent être considérées comme suffisantes ; elles sont associées à une technique d'enduit)

Composant	Matériaux
Résine	Acrylique, polyuréthane
Mortier	Coulis de ciment thixotrope. Application à la pompe d'injection.

### 3.3. Enduits

Composant	Matériaux
Mortier hydraulique	Mortiers à base de ciment HSR (résistant aux sulfates). Mortiers prêts à gâcher, CC ou PCC classifiés XA1, XA2, XA3, XF2 ; XS3 sous l'influence de marées. L'usage de ciment dit prompt n'est pas recommandé. Application manuelle, projection voie mouillée, centrifugation.
Enduit et mortier de résine	Résine époxy, polyuréthane ou silicate ; usage possible d'armature synthétique L'attention est à porter sur les conditions de mise en œuvre de ces enduits : respect du point de rosée, problèmes d'adhérence à terme en cas d'application sur support humide ou en faible épaisseur. Application manuellement, au pistolet ou automatisée.

### 3.4. Tubage ou éléments préfabriqués

Composant	Matériaux
Éléments ou tubes emboîtés ou soudés entre eux	Tubes et plaques de plastique ou composites (PVC, PE, PP, CCV, PRV...) + coulis de ciment injecté dans le vide entre l'ouvrage et le tube. Application manuelle.
Coulis d'injection	Coulis de ciment à faible ressuage/exsudation (< 3 %), de densité > 1,40 et de résistance élevée (≥ 12 MPa à 28 j). Application manuelle ou à la pompe.

### 3.5. Chemisage en béton

Composant	Matériaux
Béton hydraulique Mortier hydraulique	Bétons et mortiers destinés à l'assainissement exclusivement, HSR. Au minimum XA1, voire XA2 ou XA3 selon l'effluent. Application par coulage ou projection voie mouillée.

### 3.6. Chemisage polymérisé en place

Composant	Matériaux
Matrice/renfort	Fibres polymères : polyester (PE), polyamide (PA), polyacrylonitrile (PAN), polynaphtalate d'éthylène (PEN), polytéréphtalate d'éthylène (PET), polypropylène (PP). Fibres de verre ( <i>tissées ou non tissées, peuvent, en variante, être appliquées par collage</i> ). Fibres de carbone. Application manuelle ou par gonflage et polymérisation.
Résine	Polyester, vinylester, époxy. Imprégnation de la résine au fur et à mesure ou imprégnation à l'avance en usine.

### 3.7. Collage d'éléments de revêtements

Composant	Matériaux
Éléments de revêtements	Grès, basalte fondu
Colle	Mortier de collage
Joints	Mortier ou résine résistant chimiquement si nécessaire Application manuelle.

## 4. Domaine d'emploi

### 4.1. Type d'ouvrage

- Regards.
- Postes de relèvement.

### 4.2. Nature de l'ouvrage

- Béton préfabriqué ou coulé en place.
- Briques ou pierres maçonnées.
- Plastique (PE, PVC, PP, PRV...) préfabriqué.

### 4.3. Nature de l'effluent

Eaux usées domestiques, pluviales, industrielles.

### 4.4. Section

- Toutes formes.
- 600 mm minimum.

## 5-Dimensionnement

- Enduit :
  - L'épaisseur rapportée doit de manière générale permettre de revenir à l'épaisseur initiale moyennant l'application d'un mortier adhérent (sup à 1,5 MPa sur béton).
  - L'entreprise justifie l'épaisseur appliquée en fonction de la pression de la nappe.
- Tubage et chemisage :
 

Lorsque la structure de l'ouvrage existant est sous-dimensionnée :

  - soit le procédé employé est structurant et l'entreprise justifie l'épaisseur choisie en fonction des sollicitations structurelles et de la pression de la nappe ;
  - soit le matériau employé n'est pas structurant et le coulis du tubage doit reprendre les sollicitations moyennant son ancrage (cas de nappe) ; l'entreprise justifie son choix par une note de calcul.

## 6. Incidences techniques

- Étanchéité : enduit et chemisage composite impliquent la reprise éventuelle des raccordements de la canalisation et des branchements.
- Protection anti-corrosion ; dans le cas d'une corrosion par H<sub>2</sub>S, une attention particulière sera prêtée au choix du matériau de la préparation du support et de la mise en œuvre.
- Reprofilage et/ou restructuration préalables éventuels.
- Tubage et chemisage béton : réduction de la section donc de l'accessibilité de l'ouvrage.
- Reconstitution de la section hydraulique des cunettes, banquettes.

## 7. Informations préalables nécessaires

Diagnostic du réseau :

- Recommandations générales : caractérisation de l'état d'accueil des ouvrages par inspection visuelle la plus récente possible, venues d'eau importantes.
- Recommandations spécifiques : relevés géométriques précis, défauts ponctuels, qualité mécanique et chimique du support.

Diagnostic de l'environnement proche :

- Identification du terrain environnant ;
- Présence ou non d'une nappe phréatique et son marnage, de matériaux de remblai drainants ;
- Charges provisoires (chantier), permanentes et d'exploitation.
- Caractérisation de l'effluent :
  - eaux usées domestiques  $5,5 < \text{pH} < 8,8$  ; préciser si pH différent ;
  - présence d' $\text{H}_2\text{S}$  en ppm (concentration moyenne annuelle, pics de concentration) ;
  - eaux usées non domestiques (fournir l'analyse chimique de l'effluent) ;
  - température
- Présence éventuelle en amont d'un refoulement ou d'un relevage.
- Épaisseur résiduelle de béton sain.

## 8. Contraintes de mise en œuvre

- Vérification de la présence de gaz nocifs ( $\text{H}_2\text{S}$ , méthane...).
- Dans la mesure où il n'y a pas marnage du réseau, pas d'obturation nécessaire sauf pour la reprise de cunette.
- Les branchements doivent être by-passés ou obturés jusqu'à la remise en service de la partie d'ouvrage traitée (cf. FT fabricant).
- Traitement préalable des infiltrations.
- Dépose et repose éventuelle des échelons.
- Petits travaux préalables de maçonnerie : trous en parois, en banquettes, en cunette.
- Application de certains matériaux (résine...) sous assistance respiratoire éventuelle.

## 9. Travaux préparatoires

En général :

- Signalisation et mesures de sécurité.
- Injections préalables de l'extrados le cas échéant.
- Préparation du support et évacuation des matériaux dégradés.
- Enduit :
  - Curage.
  - Un test préalable non destructif au scléromètre peut être réalisé (au minimum 5 mesures) ; le support préparé doit présenter une résistance résiduelle en traction  $\geq 1$  MPa.
  - Neutralisation provisoire des branchements.
  - Reprofilage éventuel des parois
- Tubage :
  - Dépose éventuelle du tampon et de la dalle de répartition.
  - Décalottage de la tête de regard.
  - By-pass ou neutralisation du collecteur.
  - Neutralisation provisoire des branchements.
  - Repérage précis des diverses canalisations débouchant dans le RV.

**Fiche technique 12 suite****Réhabilitation de regards de visite et ouvrages similaires**

- **Chemisage béton :**
  - By-pass ou neutralisation du collecteur.
  - Curage.
  - Neutralisation provisoire des branchements.
- **Chemisage polymérisé en place :**
  - By-pass ou neutralisation du collecteur.
  - Curage.
  - Un test préalable non destructif au scléromètre peut être réalisé (au minimum 5 mesures) ; le support préparé doit présenter une résistance résiduelle en traction  $\geq 1$  MPa.
  - Neutralisation provisoire des branchements.
  - Reprofilage éventuel des parois.
  - Prise de mesures précise des dimensions de chaque regard de visite pour préfabrication en usine de la chemise (prévoir délai).
- **Collage d'éléments de revêtements**
  - Voir enduit.

---

## 10. Phasage des travaux

- **Injection :**
  - Percements et pose de canules.
  - Injection d'étanchement (le cas échéant).
  - Injection en une ou plusieurs passes.
  - Enlèvement des canules et ragréage des empreintes.
- **Enduit :**
  - Dépose éventuelle des échelons ou de l'échelle.
  - Décapage très soigné du support ; les supports doivent être débarrassés de toutes parties friables, non adhérentes, graisse, huile, algues, biofilm, ancien revêtement de type résine. Utilisation de tout moyen adapté : curage hydrodynamique à jet perpendiculaire à la paroi, hydro-sablage, boucharchage (brossage ou lavage au nettoyeur haute pression sont en général insuffisants).
  - Réparations des trous, rejointoiement des joints larges.
  - Reprise des raccordements.
  - Injection éventuelle d'étanchement.
  - Obturation des branchements.
  - Humidification du support (mortier hydraulique) ou séchage (enduit ou mortier de résine).
  - Application du matériau sans ou avec armature.
  - Suppression des obturations de canalisations et branchements
- **Tubage :**
  - Dépose éventuelle du tampon et de la dalle de répartition.
  - Dépose des échelons ou de l'échelle.
  - Déviation ou stockage des effluents (canalisations et branchements).
  - Curage.
  - Pose des tubes (avec calage individuel des éléments selon procédé) ou pose, réalisation de la jonction avec le fond du regard et étaieage des plaques, soudure le cas échéant (PE).
  - Mise en place du coulis dans l'espace annulaire.
  - Suppression des obturations de canalisations et branchements.
  - Reprise des raccordements.

**Fiche technique 12 suite****Réhabilitation de regards de visite et ouvrages similaires**

- **Chemisage béton :**
  - Décapage très soigné.
  - Chemisage projeté : armatures éventuelles, projection de béton ou de mortier en plusieurs passes (dont finition).
  - Chemisage coulé en place : ferrailage, coffrage, coulage du béton.
- **Chemisage polymérisé en place :**
  - Dépose des échelons ou de l'échelle.
  - Décapage très soigné.
  - Réparations des trous, rejointoiement des joints larges
  - Reprise des raccordements.
  - Injection éventuelle d'étanchement.
  - Séchage et application éventuelle d'un primaire d'accrochage (cas des trames collées). Respect du point de rosée.
- **Collage d'éléments de revêtements :**
  - Voir § enduit avec un reprofilage éventuel.

**11. Capacité d'avancement**

Très variable selon la technique employée.

Hypothèses :

- hors injection préalable ;
- dans une même rue, RV de 2,5 m prof.

Ordre de grandeur selon techniques :

- Enduit centrifugé : 4 à 5 RV par jour (décapés et projetés) à 2 hommes.
- Enduit de résine : 2 à 4 RV par jour à 2 hommes.
- Tubage, 1 RV en 2 jours à 3 hommes.
- Chemisage béton : 2 RV en 2 à 3 jours à 3 hommes.
- Chemisage polymérisé en place : 2 RV par jour à 4 hommes.
- Éléments de revêtements : banquettes et parois 1 mètre haut, 1 RV par jour à 2 hommes.

**12. Réouverture des branchements et étanchement des raccordements**

Les raccordements de branchements et de canalisations au regard de visite doivent faire l'objet d'un traitement particulier surtout si un chemisage de canalisation a été exécuté au préalable.

Enduits : reprise des raccordements.

Tubages et chemisages : réouverture des branchements et canalisations ainsi que reconstitution de leurs liaisons avec le matériau installé.

**13. Contrôles**

- Inspection visuelle avant travaux.
- Test non destructif au scléromètre du support préparé (> 5 mesures par m<sup>2</sup> de parement).
- Inspection visuelle après travaux (OPR).
- Sondage sonique non instrumenté (OPR).
- Test destructif localisé de traction directe (essai sur pastille collée, une unité tous les 10 à 20 m<sup>2</sup> de parement).
- Test d'étanchéité à l'eau (OPR)

NB : le test à l'air reste délicat à mettre en œuvre en RV.

---

### 14. Dispositions relatives à la qualité

En cas de présentation d'un PAQ, celui-ci reprendra selon les techniques utilisées (cf. les FT correspondantes, en précisant en particulier l'épaisseur des matériaux mis en place) :

- Le mode opératoire.
- Les étapes de contrôle.

---

### 15. Responsabilité, garanties et assurance

Pas d'autre garantie que celle d'un an de parfait achèvement.

---

### 16. Évaluation technique

Pas d'évaluation technique française sur ce type de réparation.

Des évaluations techniques dans d'autres pays européens existent ; elles peuvent être consultées et présentées.

---

### 17. Entreprises

Entreprises spécialisées en assainissement et/ou génie civil.

Le choix d'une entreprise peut être lié :

- À la présentation d'un PAQ relatif au traitement des RV.
- Aux références en ce domaine.
- Aux moyens matériels qu'elle mobilise (en propre, leasing, location...).