

# CAHIER DES CHARGES TYPE

# QUALIROUTES

*approuvé par le Gouvernement wallon en date du 20 juillet 2011*

## CHAPITRE I

## DRAINAGE ET EGOUTTAGE

Édition du 01/01/2023

**TABLE DES MATIERES**

|                                                            | Pages     |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I. 1. DRAINAGE .....</b>                                | <b>1</b>  |
| I. 1.1. DESCRIPTION .....                                  | 1         |
| I. 1.2. CLAUSES TECHNIQUES .....                           | 1         |
| I. 1.3. SPECIFICATIONS.....                                | 3         |
| I. 1.4. VERIFICATIONS .....                                | 3         |
| I. 1.5. PAIEMENT .....                                     | 3         |
| <b>I. 2. CANALISATIONS EN TUYAUX .....</b>                 | <b>3</b>  |
| I. 2.1. DESCRIPTION .....                                  | 3         |
| I. 2.2. CLAUSES TECHNIQUES .....                           | 3         |
| I. 2.3. SPECIFICATIONS.....                                | 6         |
| I. 2.4. VERIFICATIONS .....                                | 7         |
| I. 2.5. PAIEMENT .....                                     | 9         |
| <b>I. 3. RACCORDEMENTS .....</b>                           | <b>9</b>  |
| I. 3.1. DESCRIPTION .....                                  | 9         |
| I. 3.2. CLAUSES TECHNIQUES .....                           | 9         |
| I. 3.3. SPECIFICATION .....                                | 12        |
| I. 3.4. PAIEMENT .....                                     | 12        |
| <b>I. 4. MISE EN OEUVRE DE TUYAUX SANS TRANCHEES .....</b> | <b>12</b> |
| I. 4.1. DEFINITIONS .....                                  | 12        |
| I. 4.2. FONÇAGE .....                                      | 12        |
| I. 4.3. FORAGE DIRIGE .....                                | 16        |
| <b>I. 5. REGARDS DE VISITE .....</b>                       | <b>18</b> |
| <b>I. 6. AVALOIRS .....</b>                                | <b>18</b> |
| I. 6.1. DESCRIPTION .....                                  | 18        |
| I. 6.2. CLAUSES TECHNIQUES .....                           | 18        |
| I. 6.3. SPECIFICATIONS.....                                | 18        |
| I. 6.4. VERIFICATIONS .....                                | 18        |
| I. 6.5. PAIEMENT .....                                     | 18        |
| <b>I. 7. CANIVEAUX .....</b>                               | <b>19</b> |
| I. 7.1. DESCRIPTION .....                                  | 19        |
| I. 7.2. CLAUSES TECHNIQUES .....                           | 19        |
| I. 7.3. SPECIFICATIONS.....                                | 19        |

|                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| I. 7.4. VERIFICATIONS .....                                                                                             | 19        |
| I. 7.5. PAIEMENT .....                                                                                                  | 20        |
| <b>I. 8. REPARATION ET RENOVATION DE CANALISATIONS ET DE REGARDS .....</b>                                              | <b>20</b> |
| I. 8.1. DESCRIPTION .....                                                                                               | 20        |
| I. 8.2. INSPECTION .....                                                                                                | 23        |
| I. 8.3. CURAGE .....                                                                                                    | 23        |
| I. 8.4. CHEMISAGE CONTINU POLYMERISE EN PLACE (RELINING OU TDSP - TUYAU<br>DURCI SUR SITE APRES PLACEMENT) .....        | 23        |
| I. 8.5. CHEMISAGE PARTIEL POLYMERISE EN PLACE (MANCHETTE) .....                                                         | 28        |
| I. 8.6. COQUES ET CUNETTES EN POLYESTER ARME DE FIBRES DE VERRE .....                                                   | 30        |
| I. 8.7. TUBAGE PAR ENROULEMENT HELICOÏDAL EN PVC RIGIDE .....                                                           | 33        |
| I. 8.8. TUBAGE AVEC ESPACE ANNULAIRE AU MOYEN DE TUYAUX CONTINUS OU<br>COURTS (SLIPLINING) .....                        | 35        |
| I. 8.9. PANNEAUX PREFABRIQUES EN GRES (DALLES CERAMIQUES) .....                                                         | 36        |
| I. 8.10. RENOVATION DE CANALISATIONS PAR PROJECTION DE MATERIAUX<br>HYDRAULIQUES .....                                  | 39        |
| I. 8.11. REPARATION OU RENOVATION AU MOYEN D'UN MORTIER .....                                                           | 41        |
| I. 8.12. INJECTIONS PONCTUELLES D'ETANCHEMENT .....                                                                     | 43        |
| I. 8.13. PROTECTION CONTRE LA CORROSION .....                                                                           | 44        |
| I. 8.14. TECHNIQUES DESTRUCTIVES .....                                                                                  | 49        |
| I. 8.15. TUBAGE SANS ESPACE ANNULAIRE AU MOYEN DE TUBES EN PEHD CONTINUS<br>PREDEFORMES (CLOSE-FIT LINING) .....        | 50        |
| I. 8.16. INJECTIONS POUR STABILISATION DU SOL ET/OU COMBLEMENT DE CAVITES<br>AUTOUR DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT ..... | 55        |
| I. 8.17. REPARATION OU RENOVATION DES REGARDS DE VISITE (ET AUTRES<br>OUVRAGES SIMILAIRES) .....                        | 56        |
| I. 8.18. REPARATION OU RENOVATION DES BRANCHEMENTS ET RACCORDEMENTS .....                                               | 59        |
| I. 8.19. REPARATION DES RADIERS PAR PISTONNAGE DE MORTIER .....                                                         | 61        |
| I. 8.20. REPARATIONS PONCTUELLES .....                                                                                  | 62        |
| I. 8.21. MANCHETTE MECANIQUE INOX .....                                                                                 | 63        |
| I. 8.22. MANCHETTE MECANIQUE INOX D'EXTREMITÉ .....                                                                     | 65        |
| <b>I. 9. SANS OBJET .....</b>                                                                                           | <b>67</b> |
| <b>I. 10. EXAMEN VISUEL DES OUVRAGES .....</b>                                                                          | <b>67</b> |
| <b>I. 11. CURAGE DES OUVRAGES .....</b>                                                                                 | <b>67</b> |

## I. 1. DRAINAGE

### I. 1.1. DESCRIPTION

Le drainage est réalisé selon l'un des quatre types suivants:

- type 1: tuyaux perforés ou rainurés, entourés de matériaux filtrants et drainants
- type 2: tuyaux perforés ou rainurés enrobés de matériaux filtrants
- type 3: géocomposite drainant
- type 4: aqueduc drainant.

### I. 1.2. CLAUSES TECHNIQUES

#### I. 1.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- sable de drainage: [C. 3.4.1](#)
- pierre naturelle: [C. 4.2](#)
- géotextile: [C. 25](#)
- géocomposite drainant: [C. 26](#)
- anneaux, joints et bagues d'étanchéité: [C. 39](#)
- tuyaux drainants: [C. 40.1](#)
- matériaux filtrants: [C. 40.2](#).

Les pierres sont de calibre 6,3/20 pour  $DN \leq 200$  mm et de calibre 20/32 pour  $DN > 200$  mm. DN est le diamètre intérieur du tuyau (diamètre nominal). Dans certains documents, ce diamètre est indiqué par di.

Le géotextile est non tissé.

La nature et le diamètre des tuyaux drainants sont définis par les documents du marché.

#### I. 1.2.2. EXECUTION

Les terrassements s'effectuent conformément au [E. 5.1.2.2.2](#).

##### I. 1.2.2.1. DRAINAGE DE TYPE 1

Les parois de la tranchée sont tapissées d'un géotextile d'une largeur telle que le recouvrement supérieur de l'enveloppe du drain soit d'au moins 20 cm. La continuité entre deux nappes est assurée par simple recouvrement de 40 cm.

Les tuyaux sont posés dans l'axe de la tranchée. Ils sont assemblés par emboîtement ou à l'aide de manchons. Les joints terminaux amont sont pourvus d'un bouchon. Sauf prescriptions contraires des documents du marché, les tuyaux de drainage sont raccordés dans les regards de visite par pièces de piquage.

La tranchée est comblée par le matériau drainant qui est ensuite recouvert par le géotextile.

##### I. 1.2.2.2. DRAINAGE DE TYPE 2

Ce drainage est réalisé au moyen d'un engin assurant en une seule passe les déblais, la pose du drain à la profondeur indiquée aux documents du marché et les remblais.

##### I. 1.2.2.3. DRAINAGE DE TYPE 3

Sauf prescriptions contraires des documents du marché, le côté le plus perméable des géocomposites est orienté vers la structure routière. Les accessoires sont installés conformément aux indications du fabricant et de façon à assurer la continuité et l'étanchéité des filtres et membranes imperméables.

Les géocomposites installés dans une tranchée avec surlargeur sont maintenus en position verticale contre la paroi côté route par des supports ou par un dispositif spécial de l'engin, en cas d'installation mécanique ou semi-mécanique. Sauf prescriptions contraires des documents du marché, les remblais sont réalisés avec les matériaux de déblais, à l'exclusion de tout élément de calibre supérieur à 40 mm. Le compactage des remblais se fait à la dame mécanique ou à l'aide d'un dispositif spécialement conçu pour ce travail (roue vibrante...).

Pour les géocomposites installés dans une tranchée sans surlargeur, le compactage s'effectue de part et d'autre de la tranchée, complété, le cas échéant, par celui des remblais au-dessus du géocomposite.

Les géocomposites utilisés au niveau de et juxtaposés à la sous-fondation ou la fondation sont posés contre la paroi verticale du coffre et maintenus en place jusqu'au remblayage, par des supports qui ne les endommagent pas. Le compactage des 20 cm de la sous-fondation ou de la fondation longeant directement les géocomposites se fait à la dame mécanique ou à l'aide d'un dispositif spécialement conçu pour ce travail.

#### I. 1.2.2.4. DRAINAGE DE TYPE 4

Les prescriptions du I. 2.2, modifiées ou complétées par les dispositions de la figure I. 1.2.2.4, sont d'application, à l'exception de celles relatives aux essais d'étanchéité.

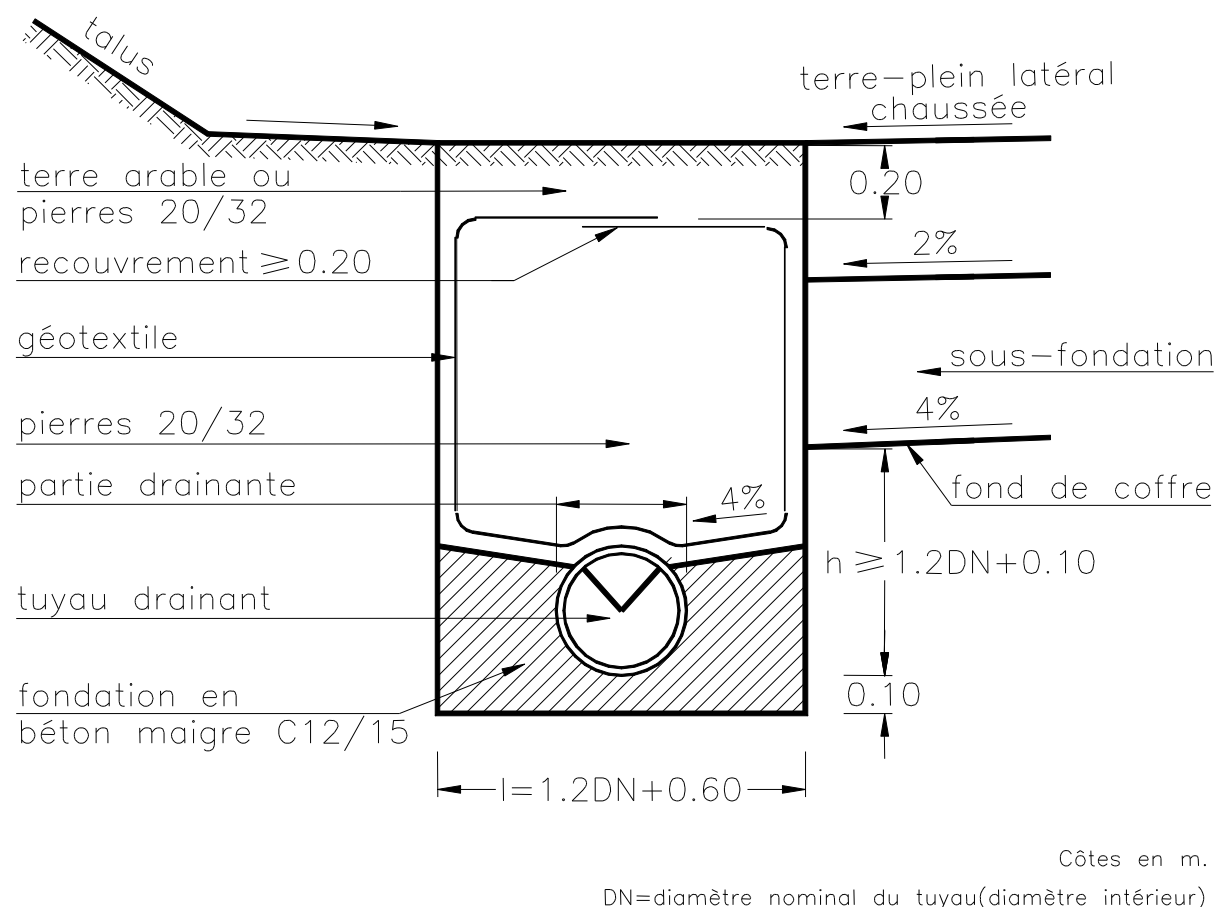


Fig.I.1.2.2.4. – AQUEDUC – DRAIN

### I. 1.3. SPECIFICATIONS

Pour les remblais des géocomposites installés dans une tranchée avec surlargeur, la pénétration moyenne par tranche de 10 cm répond aux critères du [E. 3.3.3](#).

Les remblais des géocomposites utilisés au niveau de et juxtaposés à la sous-fondation ou à la fondation répondent aux prescriptions des [F. 3](#) et [F. 4](#) pour ces couches.

### I. 1.4. VERIFICATIONS

La portance des remblais des tranchées est vérifiée au pénétromètre dynamique.  
Les profils, niveaux et alignements sont vérifiés en continu.

### I. 1.5. PAIEMENT

Le paiement des drains s'effectue sur base de la longueur exécutée, selon le type de drainage.

Le paiement des terrassements s'effectue conformément au [E. 5.3.1.2](#).

Les tuyaux sont payés suivant le type au m courant.

Les matériaux drainants sont payés suivant le type au m<sup>3</sup>.

Les matériaux filtrants (géotextiles non tissés) sont payés suivant le type au m<sup>2</sup>.

Pour le drainage de type 4, le paiement de la fondation du tuyau est inclus dans le poste de fourniture et pose des tuyaux, similairement au paiement des canalisations du chapitre [I. 2.5](#).

Le raccordement du drain dans le regard de visite fait l'objet d'un poste séparé du mètre.

## I. 2. CANALISATIONS EN TUYAUX

### I. 2.1. DESCRIPTION

Ceci concerne les canalisations constituées de tuyaux circulaires, ovoïdes et/ou elliptiques assemblés par des joints étanches et habituellement non soumises à pression interne.

### I. 2.2. CLAUSES TECHNIQUES

#### I. 2.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- tuyaux étanches non soumis à pression interne: [C. 38.1](#)
- anneaux, joints et bagues d'étanchéité: [C. 39](#).

Les documents du marché précisent:

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

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

La mise en œuvre des canalisations d'égouttage et des collecteurs est conforme à la NBN EN 1610 (la figure I. 2.2 reprend la figure I de la NBN EN 1610) et aux prescriptions suivantes, complétant et modifiant certains points de la norme.

Les documents du marché précisent la nature des matériaux des différentes couches constituant l'enrobage (au sens de la NBN EN 1610).

#### Matériaux granulaires

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- sol pour remblai: C. 2.2 sans éléments pierreux supérieurs à 50 mm.
- sable: C. 3.4.2.

#### Matériaux traités aux liants hydrauliques

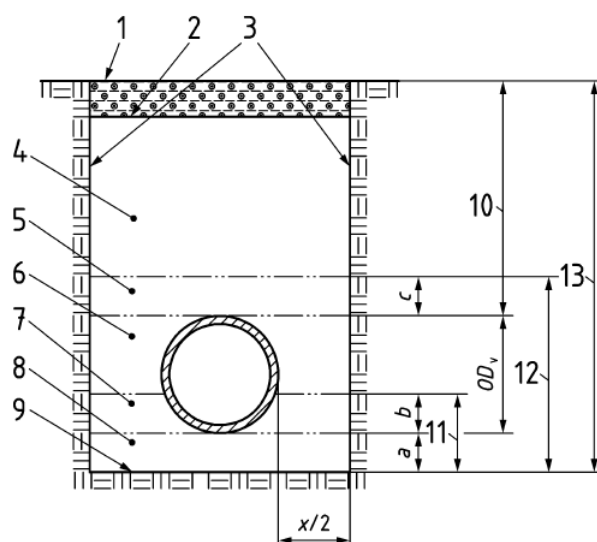
Les lits de pose répondent aux prescriptions suivantes:

- empierrement type I A: F. 4.2
- sable-ciment: F. 4.3
- béton maigre (C 12/15): F. 4.5.

Pour les traversées de routes existantes, le lit de pose est réalisé:

- en béton maigre pour les routes du réseau I
- en sable-ciment, dans les autres cas, sauf prescriptions contraires des documents du marché.

### I. 2.2.2. EXECUTION



### Légende

|   |                                                                          |     |                                    |
|---|--------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------|
| 1 | surface                                                                  | 9   | fond de tranchée                   |
| 2 | base du corps de chaussée ou du ballast de chemin de fer, le cas échéant | 10  | hauteur de recouvrement (3.3)      |
| 3 | parois de la tranchée                                                    | 11  | hauteur de l'appui (3.1)           |
| 4 | remblai proprement dit (3.6)                                             | 12  | hauteur de l'enrobage (3.4)        |
| 5 | remblai initial (3.5)                                                    | 13  | profondeur de tranchée (3.13)      |
| 6 | remblai latéral (3.12)                                                   | a   | épaisseur du lit de pose           |
| 7 | assise <i>b</i>                                                          | b   | épaisseur de l'assise              |
| 8 | lit de pose <i>a</i>                                                     | c   | épaisseur du remblai initial       |
|   |                                                                          | ODv | est le diamètre extérieur vertical |

Figure I. 2.2.

L'épaisseur minimale (*c*) du remblai initial est de 200 mm au-dessus de l'extrados de la canalisation.  
Types d'appui

Les documents du marché précisent le type d'appui et la valeur de *b* ou de *k* (figures 1, 3, 4 et 5 de la NBN EN 1610).

Les types d'appuis n° 1, 2 et 3 sont conformes à la NBN EN 1610, 7.2.

Pour le type n° 1, *a* = 150 mm, sauf prescriptions contraires des documents du marché.

En cas de portance insuffisante des sols en place, des assises de pose en béton ou béton armé peuvent être mise en place pour un appui adéquat des canalisations.

### Pose

La mise en œuvre se déroule de façon analogue au placement de tuyaux circulaires avec joint incorporé.

Le lubrifiant est également nécessaire sur l'about mâle avant emboîtement.

Les tuyaux sont emboîtés l'un dans l'autre à l'aide d'un appareil exerçant une force axiale sur le tuyau. Les crochets de levage pour le déchargement et la pose en tranchée sont fournis par le fabricant.

Il est formellement interdit d'exercer une pression par le bac de la grue sur le dessus du tuyau pour la mise à hauteur.

Avant le placement, il est nécessaire de nettoyer correctement les abouts mâles et femelles des tuyaux. Il faut ensuite enduire abondamment l'about mâle de savon fourni par le fabricant de tuyaux.

L'emboîtement des tuyaux doit se faire parfaitement en ligne droite et ne peut causer aucun dégât au tuyau.

### Tracé et profil en long

Les tuyaux sont placés en ligne droite entre les regards de visite et respectent les pentes et/ou les niveaux prescrits.

#### Mise à joint

Chaque tuyau est emboîté dans le précédent au moyen d'un appareil exerçant une force axiale sur le tuyau, sans qu'aucun contact métallique ne soit exercé directement sur le tuyau.

Le serrage est effectué en laissant libre un espace de 5 mm minimum entre les butées des abouts mâle et femelle.

#### Niches pour emboîtures

Après vérification des emboîtements, les niches sont comblées par le matériau prescrit pour le lit de pose.

#### Raccordements sur tuyaux

Seuls les raccordements par piquage sont autorisés.

Les systèmes de raccordement par piquage sont conformes au C. 38.1.4.6.

Tout raccordement sur une canalisation principale s'effectue au moyen d'une pièce spéciale (tubulure de raccordement) scellée dans une ouverture aménagée lors de la fabrication du tuyau en usine ou réalisée sur place par forage sans détériorer le tuyau.

Cette tubulure est située à l'extrados de la canalisation principale ou en tout cas, dans le tiers supérieur de ce tuyau. Elle est fixée au tuyau au moyen d'un joint souple étanche adapté au diamètre de la canalisation principale et ne peut faire saillie de plus de 1 cm à l'intérieur de la canalisation. L'axe du tuyau de raccordement coupe l'axe de la canalisation principale et l'angle qu'ils forment, pris dans le sens de l'écoulement, ne dépasse pas 90°. Le type de raccord est soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

#### Mise en place des remblais et retrait du blindage

L'enrobage est effectué par couches uniformes d'une épaisseur maximale de 20 cm avant compactage. Celui-ci s'effectue au moyen d'engins manuels ou mécaniques légers ne provoquant ni déplacement latéral, ni dégradation de la canalisation.

Les espaces libres après enlèvement des blindages sont comblés au moyen du matériau prescrit au niveau considéré ("enrobage" ou "remblai proprement dit").

## I. 2.3. SPECIFICATIONS

#### Contrôle visuel du tracé et du profil en long

Les profils, pentes et alignements sont vérifiés en continu.

Ils sont vérifiés une seconde fois après remblayage des canalisations. Les résultats sont notés dans le journal des travaux. En cas de mesure hors tolérance, l'entrepreneur remédie au manquement constaté suivant une méthode agréée par le fonctionnaire dirigeant.

Dans le plan vertical, les tolérances suivantes sont admises entre regards de visite:

| Pente        | DN < 800 mm | DN ≥ 800 mm |
|--------------|-------------|-------------|
| $i \leq 1\%$ | 30 mm       | 60 mm       |
| $i > 1\%$    | 40 mm       | 80 mm       |

### Contrôle visuel des ouvrages

Ces vérifications sont effectuées après réalisation des raccordements avant la pose du revêtement de la voirie.

Le contrôle visuel des canalisations non visitables s'effectue par caméra mobile, après curage. Un profil en long indicatif est établi lors du passage de la caméra.

Pour les canalisations en matériaux synthétiques, le contrôle visuel par caméra mobile s'accompagne d'une mesure du taux d'ovalisation, effectuée par le biais d'un dispositif permettant la mesure de diamètres horizontaux et verticaux, et leur comparaison. Cette mesure s'effectue au minimum tous les 15 m de canalisation inspectée et 3 mesures sont effectuées au minimum entre 2 chambres de visite. Le report s'effectue sur graphique et/ou sur la vidéo d'inspection.

Sur base des valeurs limites après la pose des tuyaux prescrites par le CEN/TS 15223, le taux d'ovalisation moyen mesuré ne peut dépasser:

- 8 % pour les canalisations en PVC
- 9 % pour les canalisations en PE et PP

Et les valeurs maximales admises pour le taux d'ovalisation sont:

- 10 % pour les canalisations en PVC
- 12 % pour les canalisations en PE et PP

Les documents du marché précisent le cas échéant les dispositifs et le mode de mesurage à utiliser ainsi que le nombre de mesures à effectuer.

Le coût de ces mesures d'ovalisation pour les canalisations en matériaux synthétiques fait partie intégrante du coût de l'inspection visuelle par caméra. En cas de résultats non satisfaisants, les mesurages de contre-expertise sont effectués dans la même direction que le mesurage initial et sont à charge de l'adjudicataire.

Le contrôle visuel des ouvrages peut être complété d'essais locaux d'étanchéité des joints chaque fois que l'état d'un joint laisse supposer que l'étanchéité de celui-ci n'est pas assurée.

## I. 2.4. VERIFICATIONS

### Contrôle visuel du tracé et du profil en long

Les profils, pentes et alignements sont vérifiés en continu.

Ils sont vérifiés une seconde fois après remblayage des canalisations. Les résultats sont notés dans le journal des travaux. En cas de mesure hors tolérance, l'entrepreneur remédie au manquement constaté suivant une méthode agréée par le fonctionnaire dirigeant.

### Contrôle visuel des ouvrages

Ces vérifications sont effectuées après réalisation des raccordements avant la pose du revêtement de la voirie.

Le contrôle visuel des canalisations non visitables s'effectue par caméra mobile, après curage. Un profil en long indicatif est établi lors du passage de la caméra.

Pour les canalisations en matériaux synthétiques, les documents du marché peuvent prévoir un contrôle de déformation, effectué selon la méthode MF 86/13 du CRR ("Contrôle continu des déformations de conduites thermoplastiques pour l'égouttage au moyen du BRRC-Defco-Test"). Si le contrôle n'est pas concluant, il sera procédé à une mesure en temps réel du taux d'ovalisation effectuée par le biais d'un dispositif permettant la mesure en continu de diamètres horizontaux et verticaux et leur comparaison.

Le contrôle visuel des ouvrages peut être complété d'essais locaux d'étanchéité des joints chaque fois que l'état d'un joint laisse supposer que l'étanchéité de celui-ci n'est pas assurée.

#### Essais d'étanchéité

Les documents du marché fixent le nombre d'essais et le fonctionnaire dirigeant désigne les tronçons à contrôler.

Un essai d'étanchéité entre deux regards est réalisé par tronçon de 250 m ou par fraction de 250 m. Le fonctionnaire dirigeant désigne le ou les tronçons à contrôler; avec une attention particulière chaque fois que l'état d'un joint laisse supposer que l'étanchéité de celui-ci n'est pas assurée.

L'essai s'applique aux tuyaux, aux raccordements d'égout et aux regards de visite. Les documents du marché précisent si cet essai est effectué par un test à l'eau (essai d'imperméabilité à l'eau) ou à l'air (essai d'imperméabilité à l'air).

L'essai est toujours exécuté avant la mise en place du revêtement routier.

Dans le cas d'une installation de raccordements d'égout sur une partie d'égouttage testée, l'essai est effectué après le placement des raccordements d'embranchement. Les tuyaux ou pièces d'obturation sont placés provisoirement pour rendre l'essai possible. Les avaloirs, les immeubles, etc. ne sont pas encore raccordés.

#### I. 2.4.1. ESSAI A L'AIR

Les dispositions de la NBN EN 1610, 13.2 sont d'application.

Si le test d'imperméabilité à l'air ne satisfait pas aux exigences requises, l'entrepreneur peut demander un essai à l'eau. Si l'entrepreneur choisit, pour quelque raison que ce soit, de réaliser, conformément à la NBN EN 1610, 13.1, des tests d'imperméabilité à l'eau; aucun frais supplémentaire ne pourra être revendiqué pour l'exécution de ces essais.

#### I. 2.4.2. ESSAIS A L'EAU

Sauf mention contraire dans les documents du marché, l'essai d'étanchéité à l'eau est effectué sur un tuyau, avant la mise en place du revêtement routier.

##### L'acceptation des égouts

W, la perte d'eau en L (litre) a été mesurée au cours et/ou après l'essai.

Elle correspond à la quantité d'eau nécessaire pour, sans apporter aucun changement à la configuration du test, rétablir le niveau d'eau tel qu'institué au début de l'essai.

Pour que les égouts soient acceptés quant à l'imperméabilité à l'eau, la perte d'eau W ne peut pas dépasser la perte d'eau permise  $Q_t$ .

Soit:  $Q_t = k \times S_i$

dans lequel:

$Q_t$  la perte d'eau permise en L/h

$S_i$  la surface humide totale de paroi intérieure de la partie d'égouttage testée et/ou du regard de visite à tester en  $m^2$

$k$  0,1 L/ $m^2$ .h

En cas de résultat d'essai non conforme, les défauts constatés sont réparés par une méthode agréée par le fonctionnaire dirigeant.

## **I. 2.5. PAIEMENT**

Le paiement des canalisations s'effectue sur base de la longueur exécutée, en fonction du diamètre des tuyaux, de leur nature et du type de pose. Les longueurs sont mesurées jusqu'à la paroi intérieure des regards de visite et autres ouvrages. L'enrobage est compris dans le prix de pose des canalisations.

Le paiement de la fourniture et de la réalisation de fondations spéciales par la mise en place d'assises de pose en béton ou béton armé fait l'objet d'un poste séparé au mètre.

Le coût de la mise en place d'un revêtement intérieur des canalisations fait l'objet d'un supplément payé au moyen d'un poste séparé au mètre.

Le coût du percement de la canalisation est compris dans le prix de la tubulure de raccordement.

Le curage préalable au contrôle visuel des canalisations posées et mises en service dans le cadre du chantier est une charge d'entreprise.

Les essais d'étanchéité, le contrôle visuel par caméra ainsi que les essais locaux d'étanchéité des joints font l'objet de postes séparés au mètre.

## **I. 3. RACCORDEMENTS**

### **I. 3.1. DESCRIPTION**

Ceci concerne les raccordements d'avaloirs, de caniveaux, de chambres pour appareils et raccordements particuliers d'immeubles sur la canalisation principale effectués au moyen de canalisations et pièces spéciales, d'un diamètre minimal de 110 mm.

### **I. 3.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 3.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- tuyaux étanches non soumis à pression interne: [C. 38.1](#)
- anneaux, joints et bagues d'étanchéité: [C. 39](#).

Les documents du marché précisent:

- la nature, la classe de résistance et le diamètre nominal des tuyaux
- la nature du matériau d'enrobage.

#### **I. 3.2.2. EXECUTION**

##### **I. 3.2.2.1. PRESCRIPTIONS COMMUNES**

Les raccordements sont exécutés suivant un tracé rectiligne et une pente minimale de 2 %, sauf si certains obstacles locaux ne le permettent pas. Ils ne présentent ni contre-pente, ni tronçons horizontaux, ni siphons.

Les raccordements ne peuvent faire saillie de plus de 1 cm à l'intérieur de la canalisation.

Le matériau d'enrobage des canalisations répond aux prescriptions du [I. 2.2](#) point 5.3. Il est damé et calé contre les parois des fouilles. Son épaisseur minimale est de 10 cm.

**I. 3.2.2.2. RACCORDEMENTS D'AVALOIRS, DE CANIVEAUX ET DE CHAMBRES POUR APPAREILS**

Ces raccordements s'effectuent au moyen de pièces spéciales étanches. Les avaloirs et les caniveaux sont, sauf impossibilité technique, raccordés dans les regards de visite à hauteur de la génératrice supérieure de la canalisation principale ou, avec accord préalable du fonctionnaire dirigeant, par un tuyau descendant le long de la paroi intérieure du regard de visite.

**I. 3.2.2.3. RACCORDEMENTS PARTICULIERS D'IMMEUBLES**

L'implantation des raccordements particuliers (pour eaux pluviales et/ou pour eaux usées) est précisée dans les documents du marché. A défaut, celle-ci est fixée sur place par le fonctionnaire dirigeant.

Ces raccordements s'effectuent conformément aux figures I. 3.2.2.3. Sauf accord du fonctionnaire dirigeant, aucun raccordement particulier n'est exécuté à l'intérieur d'un regard de visite.

Les percements s'effectuent par forage au moyen d'une carotteuse.

Dans la mesure du possible, la distance minimale entre 2 raccordements successifs est de 1 m.

Les raccordements sont exécutés jusqu'aux limites fixées par les documents du marché (limite du domaine public, intérieur des immeubles...). Lorsque la profondeur de l'égout le permet, ils sont exécutés avec une pente minimale de 2 %. La hauteur minimale de couverture est de 1 m.

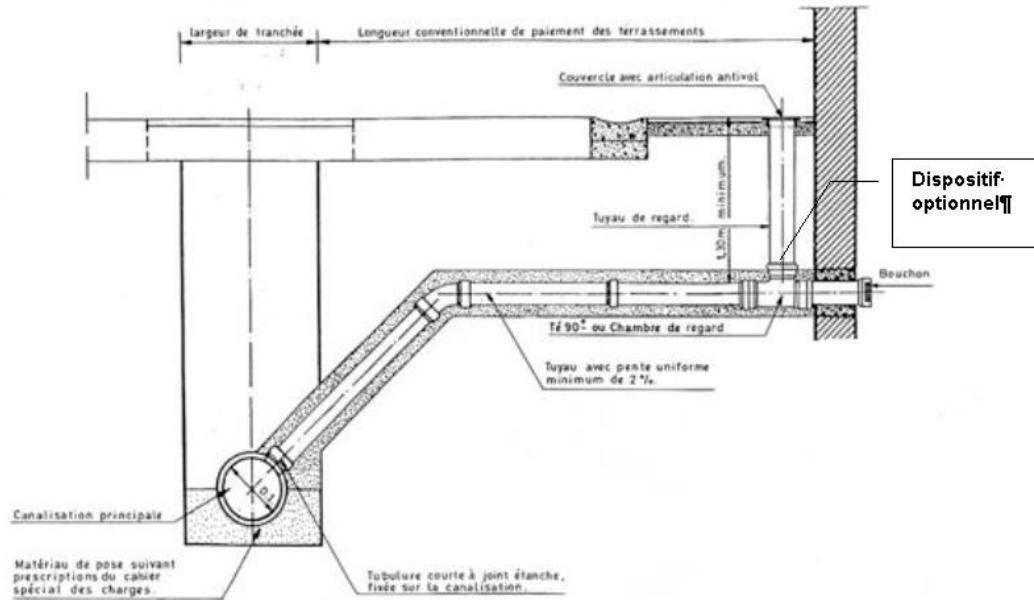
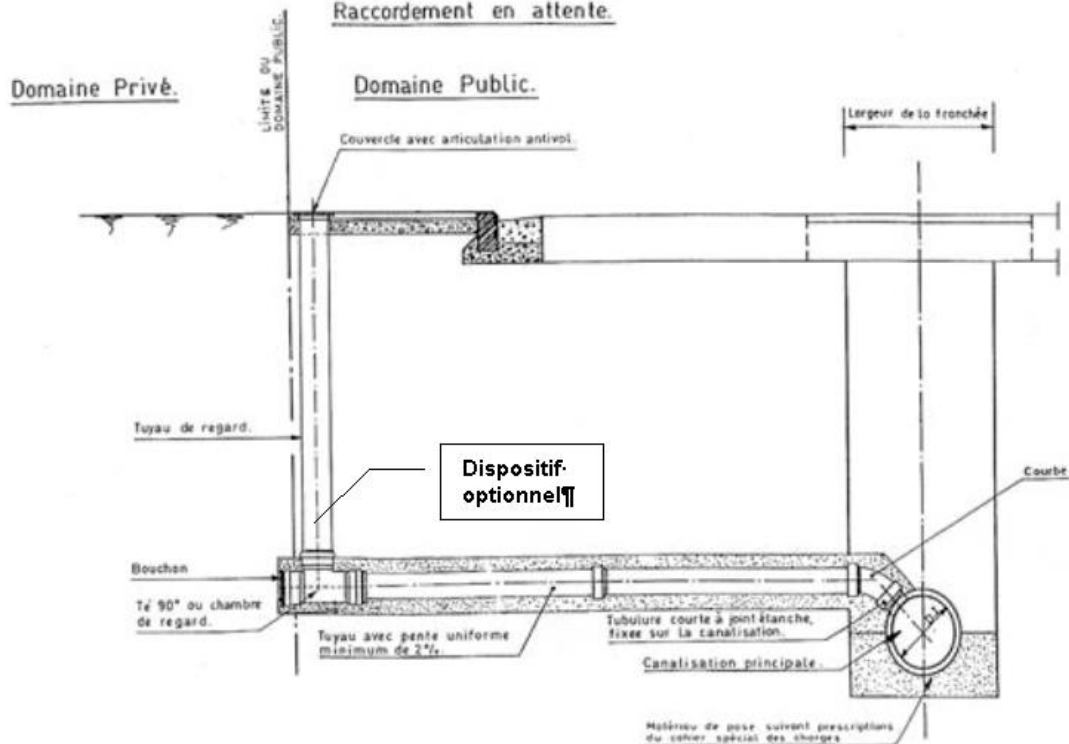
Lorsque le raccordement s'effectue jusqu'à l'intérieur de l'immeuble, le dernier tuyau traverse le mur de cave ou la fondation et s'arrête à 15 cm minimum à l'intérieur du bâtiment.

Si le raccordement passe sous la fondation du bâtiment, le trou autour du tuyau est obturé par du béton C 25/30 sur la largeur de l'assise du mur. Si le placement des tuyaux est à réaliser en partie par l'intérieur de l'immeuble, l'entrepreneur prévient l'habitant au moins 48 heures avant d'entamer le raccordement.

Si les documents du marché le prescrivent, à la limite du domaine public, un tuyau de regard, de section circulaire ou carrée dont le diamètre ou le côté est compris entre 140 mm et 315 mm, est placé sur un té 90° ou un regard. Sur le tuyau de regard est fixé un dispositif de fermeture dont le couvercle est muni d'une articulation antivol et sur lequel figurent en relief les lettres E.U. pour eaux usées et E.P. pour eaux pluviales. Ce dispositif est de classe de résistance B 125 au minimum.

Les documents du marché précisent le cas échéant la nature et la section du tuyau de regard ainsi que le type d'élément sur lequel il est placé.

Les raccordements existants sont raccordés à l'égout suivant les indications du fonctionnaire dirigeant.

RACCORDEMENT PARTICULIER A L'EGOUT.Raccordement à un immeuble situé à l'alignement.RACCORDEMENT PARTICULIER A L'EGOUT.Raccordement en attente.

Figures I. 3.2.2.3.

### **I. 3.3. SPECIFICATION**

La canalisation secondaire constituant le raccordement satisfait aux mêmes prescriptions que la canalisation principale.

### **I. 3.4. PAIEMENT**

Le paiement des canalisations s'effectue sur base de la longueur exécutée, en fonction de la nature et du diamètre des tuyaux. L'enrobage est compris dans le prix des canalisations.

Les courbes sont comptées conventionnellement pour 1 m de canalisation.

Le paiement des tubulures de raccordement, plateaux pleins, pièces spéciales avec tubulures de raccordement pour reprise des eaux de toiture, ainsi que les dispositifs de repérage s'effectue à la pièce, toutes opérations comprises.

Les traversées et réfections de murs ou passages sous la fondation de murs sont payées à la pièce. Ce poste comprend également les fouilles et démolitions nécessaires à l'intérieur du bâtiment ou de l'ouvrage, le remblai et les réparations éventuelles.

L'évacuation des déchets se fait conformément au [D. 2](#) et fait l'objet de postes de la série D9000.

## **I. 4. MISE EN OEUVRE DE TUYAUX SANS TRANCHEES**

### **I. 4.1. DEFINITIONS**

Fonçage

Le fonçage consiste à la mise en œuvre de tuyaux poussés par un dispositif mécanique adéquat avec évacuation des déblais à l'avancement.

On distingue:

- les procédés en bouclier fermé complètement automatisés pilotés au départ d'un poste de commande externe et permettant le contrôle des paramètres (effort de poussée, tolérances...) appelés "tunnelling" ou "micro-tunnelling"
- les procédés en bouclier ouvert semi-automatiques avec opérateur en front de taille
- les forages "à la tarière".

Forage dirigé

Le forage dirigé consiste à la mise en œuvre d'une canalisation, assemblée en surface, par traction dans un tunnel préalablement exécuté par forage hydraulique.

### **I. 4.2. FONÇAGE**

Les documents du marché précisent la technique d'exécution et le diamètre minimum. A défaut, le choix de la technique de fonçage est laissé à l'entrepreneur.

#### **I. 4.2.1. DESCRIPTION**

Le fonçage comporte:

- les terrassements pour l'exécution des puits de travail et de récupération jusqu'à la profondeur nécessaire, y compris les blindages nécessaires, le maintien à sec du fond de la fouille, le stockage et/ou le chargement des déblais, y compris les matériaux d'apport si nécessaire
- l'installation des dispositifs d'appui et de poussée, les stations intermédiaires éventuelles et le démontage de ces dispositifs après achèvement des travaux
- la fourniture, la mise en œuvre des tuyaux, la confection des joints et l'évacuation des matériaux excavés
- l'injection éventuelle d'un produit lubrifiant pour réduire la friction entre les tuyaux et le terrain
- la démolition des constructions en avant du front de travail et l'excavation des matériaux restants
- la remise en état du site à l'issue des travaux
- toutes sujétions nécessaires à la bonne exécution.

Les documents du marché fournissent les essais géotechniques et précisent si le fonçage est exécuté dans la nappe aquifère.

## **I. 4.2.2. CLAUSES TECHNIQUES**

### **I. 4.2.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- tuyaux en acier: [C. 38.1.6](#)
- tuyaux en béton non soumis à pression interne: [C. 38.1.2](#)
- tuyaux en béton soumis à pression interne: [C. 38.2.2](#)
- tuyaux en grès: [C. 38.1.3](#)
- tuyaux en matériaux synthétiques: [C. 38.1.4](#)
- joints: [C. 39](#).

Les tuyaux sont sans collet et peuvent être pourvus de trous destinés à l'injection de produit lubrifiant. Pour les fonçages en courbe, des tuyaux avec sections d'extrémité en oblique sont admis.

Les documents du marché précisent la nature des tuyaux, la classe de résistance, le type de joint, les dimensions et la forme de la section d'écoulement.

### **I. 4.2.2.2. EXECUTION**

En fonction de l'étude géotechnique et des zones d'emprises réservées pour les puits, l'entrepreneur joint à son offre une description complète de ses moyens d'exécution comprenant notamment:

- l'emplacement et les dimensions des puits de travail et de récupération
- la poussée admissible sur les tuyaux
- les caractéristiques des vérins hydrauliques pour la station principale, les stations intermédiaires et le guidage
- le procédé d'injection entre le terrain et la canalisation
- la façon de connecter les conduits et regards de visite sur les tuyaux foncés
- les détails d'exécution des joints
- la description de l'injection du produit lubrifiant
- la classe de résistance des tuyaux.

Dans le cas d'un fonçage sous air comprimé, l'entrepreneur décrit en plus:

- le nombre et le type de compresseurs
- l'installation de filtres à air
- le système de réglage pour le maintien de la pression
- le sas (au moins 2 portes).

Si les moyens d'exécution choisis par l'entrepreneur nécessitent une section plus grande que celle définie aux documents du marché, une autre classe de résistance, un autre matériau et/ou un autre type de joint, ces modifications sont soumises à l'accord du fonctionnaire dirigeant et réalisées sans supplément de prix.

La trousse coupante est conçue de manière à empêcher tout éboulement ou venue d'eau. Elle est réglable à l'aide d'un système de guidage.

L'entrepreneur utilise une méthode de fonçage qui permette de maîtriser les tassements absolus.

Tous les dommages provoqués aux constructions souterraines et de surface (y compris le revêtement routier) par suite de fonçage sont réparés par et aux frais de l'entrepreneur et par ses soins.

Les joints sont tels qu'ils résistent aux différentes sollicitations d'exécution et d'exploitation.

En cas de nécessité, les tuyaux sont pourvus d'ouvertures pour l'injection afin de lubrifier l'espace compris entre le sol et la paroi extérieure des tuyaux à l'aide d'une vase tixotropique ou équivalente, afin de réduire le frottement entre le tuyau et le sol et de limiter la force du fonçage.

Après le fonçage, il convient de procéder à la stabilisation de la boue tixotropique ou équivalente par l'injection de mortier et au remplissage des cavités restantes.

A la fin du fonçage, les trous d'injection sont obturés par un matériau à soumettre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant de manière à assurer l'étanchéité de l'ensemble.

Dans le cas d'un fonçage sous air comprimé, l'entrepreneur assure l'étanchéité à l'endroit où le tuyau de fonçage pénètre dans le blindage. Il amorce le fonçage sous air comprimé et conçoit le puits de travail en conséquence. En cas de risque d'éboulement ou de venue d'eau, la surpression est maintenue de façon continue. Des compresseurs de réserve ainsi qu'un groupe électrogène sont disponibles sur le chantier. Le réglage de la pression se fait en dehors de la chambre de travail.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au [D. 2.1.1.1](#).

### **I. 4.2.3. SPECIFICATIONS**

Sauf prescription contraire dans les documents du marché, les tolérances suivantes sont d'application.

Tolérances verticales par rapport au tracé

Il est fait une distinction entre les ouvrages:

- dont le profil en long est d'importance primordiale pour le bon fonctionnement de l'ouvrage (égouttage gravitaire) ou pour le maintien d'un gabarit sur toute la longueur de l'ouvrage (tunnel de conduite):
  - les tolérances sont admises jusqu'à une valeur limite de 5 % du diamètre intérieur
  - pour les conduites gravitaires, toutes les contre-pentes sont éliminées avec un béton de remplissage à résistance égale contre les agressions chimiques et mécaniques. Après durcissement du béton de remplissage, les extrémités sont parachevées avec un béton à base de ciment **HSR à haute résistance aux sulfates selon la NBN B 12-108**.

(d'application à partir du 01/01/2023)

- dont le profil en long n'est pas d'importance primordiale pour l'ouvrage:
  - les tolérances sont admises jusqu'à une valeur limite de 30 % du diamètre intérieur

Tolérances horizontales par rapport au tracé

Il est fait distinction entre les ouvrages:

- dont les points d'arrivée et de départ sont d'importance primordiale pour la fonction de l'ouvrage. Dans ce cas, la tolérance horizontale maximale est de 50 % (valeur limite) du diamètre intérieur du fonçage du tuyau
- dont le tracé n'est pas d'importance primordiale pour la fonction de l'ouvrage. Dans ce cas, les documents du marché fixent la tolérance au cas par cas.

#### I. 4.2.4. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Après exécution des puits de départ et avant le démarrage du fonçage, les alignements et le niveau du dispositif de forage sont contrôlés par le fonctionnaire dirigeant.

Les profils, niveaux, alignements et paramètres de forage sont vérifiés en continu et inscrits journalièrement au journal des travaux. Toute anomalie susceptible d'entraîner un problème d'exécution est signalée au fonctionnaire dirigeant et les mesures à prendre sont définies d'un commun accord.

Les vérifications suivantes sont à effectuer par l'entrepreneur. Elles sont communiquées au fonctionnaire dirigeant:

- les vérifications portant sur le rabattement de la nappe
- les vérifications portant sur les tassements
- le relevé du tracé et des niveaux de fonçage, effectué avec une précision minimale de 10 mm dans un système d'axes indépendant du mur de pression de fonçage et des tuyaux. Les résultats de la vérification sont représentés sur une vue en plan et un profil en long.
- les relevés automatiques et continus des pressions de fonçage des vérins principaux et des vérins de la station intermédiaire de fonçage, traduits sur un graphique (temps - pression de fonçage).

Ces prestations constituent une charge d'entreprise.

#### I. 4.2.5. PAIEMENT

##### I. 4.2.5.1. MESURAGE

Le paiement du fonçage des tuyaux s'effectue sur base de la longueur totale des tuyaux foncés. Le paiement des puits de travail et de récupération s'effectue à prix global.

Les documents du marché prévoient, le cas échéant, les postes suivants:

- démolition de maçonneries
- démolition de béton et d'éléments rocheux

Sont inclus dans les prix:

- la mise en place de stations intermédiaires de poussée
- l'injection éventuelle de produits lubrifiants
- l'injection, à la fin du fonçage, de matériaux de remplissage de l'espace autour de la canalisation.

L'évacuation des matériaux excédentaires se fait conformément au D. 2 et fait l'objet de postes de la série D9000.

##### I. 4.2.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENTS

Dans le cas d'un tracé réalisé avec un écart vertical supérieur à la tolérance, il est fait application de la formule de réfaction suivante:

- Pour les profils en long d'une importance primordiale

$$\text{Si } N_r > 0,05 \times D_i$$

$$R_n = p \times l \times \frac{N_r - (D_i \times 0,05)}{D_i} \times 2$$

- Pour les profils en long d'une importance non primordiale

$$\text{Si } N_r > 0,3 \times D_i$$

$$R_n = p \times l \times \frac{N_r - (D_i \times 0,3)}{D_i} \times 2$$

Dans le cas d'un tracé réalisé avec un écart horizontal supérieur à la tolérance, il est fait application de la formule de réfaction suivante:

Si  $Nr > 0,5 \times Di$  pour les tracés d'importance primordiale

$$Rn = p \times \frac{Nr - (Di \times 0,5)}{2 \times Di}$$

où  $Rn$  = réfaction pour moins-value (€)  
 $p$  = prix unitaire du tuyau (€/m)  
 $l$  = longueur du tronçon droit concerné (m)  
 $Nr$  = écart moyen du tronçon (mm)  
 $Di$  = diamètre intérieur du tuyau (mm)

Les ouvrages dont la fonction technique ou hydraulique n'est plus garantie sont refusés (non susceptible de réception, au sens de l'article 43 § 1<sup>er</sup> du chapitre A). Ils sont remis en conformité par et aux frais de l'entrepreneur.

### I. 4.3. FORAGE DIRIGE

#### I. 4.3.1. DESCRIPTION

Le forage dirigé comprend:

- les terrassements des puits de départ et de réception jusqu'à la profondeur nécessaire, y compris le stockage des déblais, le maintien à sec du fond de fouille et l'installation, la mise en service, le démontage et l'enlèvement du matériel
- la livraison, l'assemblage et la pose des tuyaux
- la fourniture de boues thixotropiques
- les travaux dépendant directement des travaux précités pour autant qu'ils ne soient pas prévus explicitement dans un autre poste du métré récapitulatif comme:
  - les injections permettant d'éviter les cavités entre le sol et la conduite
  - les injections de produit lubrifiant permettant de réduire les efforts de frottement entre le sol et la canalisation pendant l'exécution.

#### I. 4.3.2. CLAUSES TECHNIQUES

##### I. 4.3.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- tuyaux en matériaux synthétiques: [C. 38.1.4](#)
- tuyaux en fonte ductile: [C. 38.1.5](#).

Les documents du marché précisent la nature et les dimensions des tuyaux, la classe de résistance et le type de joint.

##### I. 4.3.2.2. MODE D'EXECUTION

En fonction de l'étude géotechnique et des zones d'emprises réservées pour les puits, l'entrepreneur joint à son offre une description complète de ses moyens d'exécution notamment:

- les notes de calculs de la conduite dans les conditions intermédiaires (pose sur appuis provisoires avant mise en œuvre, pendant la mise en œuvre) et définitives (en fonction notamment de la profondeur et du rayon de courbure)
- le mode d'exécution proprement dit avec description complète de la tête de forage, son accouplement au tube d'alimentation, la présence éventuelle d'un système de rinçage, les caractéristiques de la boue thixotropique permettant de stabiliser la section forée, le rinçage de cette section, son alésage et la méthode de traction de la conduite
- le descriptif de l'installation de chantier
- la destination du mélange constitué des déblais et de la boue tixotropique

- le raccordement de la conduite aux tronçons adjacents exécutés en fouille ouverte.

L'assemblage des tuyaux en PE est exécuté par soudure au miroir ou par manchon électrosoudable conformément à la NBN T 42-010. Les soudeurs doivent être en possession du brevet de soudeur d'après la NBN T 42-011.

Le forage répond aux principes suivants:

- la tête de forage est conduite dans le sol par une double action de rotation et de poussée
- le fluide de forage composé d'un mélange d'eau et de boue tixotropique est amené à la tête de forage par la ligne d'alimentation accouplée à la tête
- le fluide de forage est injecté à haute pression dans le sol par la tête de forage de manière à réaliser un conduit stable
- un système de commande approprié permet d'orienter la tête de forage dans la direction souhaitée
- la tête de forage est équipée d'une sonde émettrice transmettant en surface les données relatives à sa position en plan et en profil en long
- une fois le forage exécuté, le tunnel ainsi créé est alésé au diamètre souhaité
- la canalisation préassemblée est accouplée à l'aléseeur et tirée dans le tunnel
- l'aléseeur a un diamètre identique à la canalisation à mettre en œuvre.

Les paramètres (pression sur la tête de forage, effort de traction sur la conduite, avancement de la ligne) sont enregistrés pendant l'exécution de manière continue et automatique. Ils font l'objet d'un rapport à destination du fonctionnaire dirigeant.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au [D. 2.1.1.1](#).

### **I. 4.3.3. VERIFICATIONS**

Les vérifications et contrôles suivants sont réalisés:

- contrôle de la vue en plan (coordonnées X-Y);
- étanchéité de la conduite.

#### **I. 4.3.3.1. VUE EN PLAN**

Le contrôle des coordonnées est effectué au moyen de mesures topographiques. La tolérance par rapport aux coordonnées théoriques X-Y est de 1 mètre maximum, sauf dispositions contraires des documents du marché.

#### **I. 4.3.3.2. ETANCHEITE**

La pression de contrôle est de 0,6 MPa.

### **I. 4.3.4. PAIEMENT**

#### **I. 4.3.4.1. MESURAGE**

La mise en œuvre des puits de forage et de réception, le forage de la tête et la mise en œuvre de la canalisation par traction font l'objet de postes séparés du métré.

Seule la longueur effective de forage est prise en compte et payée au mètre.

L'évacuation des matériaux excédentaires se fait conformément au [D. 2](#) et fait l'objet de postes de la série D9000.

#### **I. 4.3.4.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENTS**

En cas d'écart du tracé supérieur à la tolérance admise et pour autant que la canalisation réponde aux autres prescriptions, la mise en conformité est acceptée sauf dispositions contraires des documents du marché.

Les prestations de mise en conformité sont exécutées par et aux frais de l'entrepreneur et comprennent les prestations relatives aux raccordements concernés par les imprécisions d'exécution.

## I. 5. REGARDS DE VISITE

Ils répondent aux prescriptions du [J. 1.](#)

## I. 6. AVALOIRS

### I. 6.1. DESCRIPTION

Ouvrages destinés à assurer la récolte des eaux de pluie et leur évacuation vers la canalisation tout en servant de réceptacle aux boues et détritiques.

Les documents du marché définissent le type d'avaloir et ses caractéristiques.  
La grille présente le même profil que le filet d'eau.

### I. 6.2. CLAUSES TECHNIQUES

#### I. 6.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- joints de dilatation: [C. 21.1](#) et [C. 21.2](#)
- avaloir: [C. 41.1](#). Les avaloirs connectés aux égouts sont toujours munis de coupe-odeur. Les documents du marché précisent si les avaloirs connectés aux aqueducs (eaux pluviales uniquement) sont munis ou non de coupe-odeur.

#### I. 6.2.2. EXECUTION

Les avaloirs sont posés sur une fondation en béton maigre d'une épaisseur minimale de 10 cm et débordant d'au moins 10 cm sur le périmètre du puisard.

Ils sont posés à un niveau tel que la face supérieure de la grille soit 0,5 cm plus bas que le filet d'eau qui y aboutit. Les grilles articulées se ferment dans le sens du trafic

Des joints de dilatation souples sont posés entre l'avaloir et les éléments linéaires.

### I. 6.3. SPECIFICATIONS

La fondation en béton maigre est en béton C 12/15.

### I. 6.4. VERIFICATIONS

S'il y a ballottage entre le châssis, la cuve ou la grille, l'entrepreneur y remédie.

### I. 6.5. PAIEMENT

Le paiement des avaloirs s'effectue à la pièce, toutes opérations comprises.

Quand il s'agit d'éléments linéaires coulés en place, le paiement des joints de dilatation se fait conformément au chapitre H. Dans les autres cas, le paiement des joints de dilatation est compris dans le prix de l'avaloir.

Le raccordement aux canalisations fait l'objet de postes séparés du mètre.

## **I. 7. CANIVEAUX**

### **I. 7.1. DESCRIPTION**

Ouvrages destinés à assurer la récolte et l'évacuation des eaux de ruissellement.

### **I. 7.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 7.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- - mortier: [C. 13.1](#)
- - produit de scellement: [C. 21.1](#) et [C. 21.2](#)
- - caniveaux préfabriqués en béton: [C. 35.1.2.1](#), [C. 35.2.2.1](#) et [C. 35.2.2.2](#)
- - caniveaux préfabriqués en polyester: [C. 35.1.2.2](#) et [C. 35.2.4](#)
- fondation en béton maigre: [F. 4.5](#).

#### **I. 7.2.2. MISE EN ŒUVRE**

Le caniveau est posé sur une fondation en béton maigre de 10 cm d'épaisseur.

Les joints entre éléments ont 1 cm d'épaisseur, ils sont scellés au mortier de ciment de catégorie M1 sauf spécification contraire du fabricant, à l'exception d'un joint tous les 4 à 6 m qui est scellé à l'aide d'un produit de scellement.

Pour les caniveaux avec grille selon [C. 35.2](#), les documents du marché précisent:

- le type de fondation selon les charges à reprendre
- le cas échéant, le type de joints entre éléments suivant la NBN EN 1433.

### **I. 7.3. SPECIFICATIONS**

Pour les fondations en béton maigre, les prescriptions du [F. 4.5.3](#) sont d'application.

Le profil du caniveau s'intègre dans celui des revêtements situés de part et d'autre.

Les éléments sont posés suivant un tracé continu. La tolérance est de 1 cm par rapport au tracé.

Pour les caniveaux avec grille selon [C. 35.2](#), les documents du marché précisent:

- le type de béton de fondation
- le dimensionnement de l'enrobage.

Les caniveaux avec grilles sont posés à un niveau tel que la face supérieure de la grille soit 0,5 cm plus bas que le filet d'eau qui y aboutit.

Pour la résistance à la flexion et à la compression des caniveaux en béton de résine synthétique avec grille, les directives du tableau 2 de la NBN EN 1433 sont d'application.

### **I. 7.4. VERIFICATIONS**

Les éléments hors tolérances d'alignement ou présentant une contre-pente sont démontés et reposés. Les joints ne perturbent pas l'écoulement des eaux.

### I. 7.5. PAIEMENT

Les fondations sont réalisées conformément au [F. 4.5](#) et font l'objet de postes de la série F4000. En fonction du type et des dimensions du caniveau, le paiement s'effectue sur base de la longueur, mesurée dans l'axe, et comprend le traitement des joints décrit au [I. 7.2.2](#).

## I. 8. REPARATION ET RENOVATION DE CANALISATIONS ET DE REGARDS

### I. 8.1. DESCRIPTION

Remise en état et/ou étanchéisation structurante ou non de canalisations d'égouts, visitables ou non, réalisée à partir des regards de visite, d'un puits d'intervention ou d'ouvertures ponctuelles sur la canalisation et sans ouverture de tranchées, ayant pour but de restaurer ou d'améliorer les performances d'un réseau d'évacuation et d'assainissement existant. Dans le cas de rectification de défauts localisés, on parle de « réparation ». Dans le cas de mesures concernant la totalité ou une importante portion d'un tronçon, on parle de « rénovation ».

Dès que les dimensions des ouvrages permettent l'entrée d'une personne, on parlera de "conduites visitables".

Les différentes techniques de réparation et/ou rénovation (réhabilitation) des égouts peuvent entraîner des améliorations tant au niveau de la résistance structurelle, de l'étanchéité qu'au niveau hydraulique sans oublier l'effet anticorrosion et/ou anti-abrasion.

Certains systèmes permettent également de reprendre des sollicitations exercées sur les tuyaux.

La rénovation de canalisations nécessite au préalable un examen de celles-ci par examen visuel ou endoscopique ([I. 10](#)) précédé d'un éventuel curage ([I. 11](#)).

Les techniques de réparation et de rénovation sont:

- le chemisage continu polymérisé en place (relining ou TDSP) ([I. 8.4](#))
- le chemisage partiel polymérisé en place (manchette) – ([I. 8.5](#))
- les coques et cunettes en polyester armé de fibres de verre ([I. 8.6](#))
- tubage par enroulement hélicoïdal en PVC rigide ([I. 8.7](#))
- le tubage avec espace annulaire au moyen de tuyaux continus ou courts ([I. 8.8](#))
- les panneaux préfabriqués en grès (dalles céramiques) ([I. 8.9](#))
- la rénovation par projection de matériaux hydrauliques (gunitage) ([I. 8.10](#))
- la réparation ou rénovation de canalisations au moyen d'un mortier ([I. 8.11](#))
- les injections ponctuelles d'étanchement ([I. 8.12](#))
- la protection contre la corrosion ([I. 8.13](#))
- les techniques destructives ([I.8.14](#))
- le tubage sans espace annulaire au moyen de tuyaux PEHD continus pré déformés (Close-Fit Lining) ([I. 8.15](#))
- les injections pour stabilisation du sol et/ou comblement de cavités autour des ouvrages d'assainissement ([I. 8.16](#))
- la réparation ou rénovation des regards de visite (et autres ouvrages similaires) ([I. 8.17](#))
- la réparation ou rénovation des branchements et raccordements ([I. 8.18](#))
- la réparation des radiers par pistonnage de mortier ([I. 8.19](#))
- les réparations ponctuelles ([I. 8.20](#)).

Préalablement à l'exécution des travaux, et selon les impératifs techniques des procédés mis en œuvre, les effluents sont éventuellement détournés, pompés ou retenus de manière à assurer le maintien à sec des zones de travail ainsi que leur propreté pendant toute la durée des travaux. Il est éventuellement nécessaire de procéder à une dérivation des écoulements provenant de branchements privés ou d'avaloirs.

De même, il est procédé à un curage des parties d'égout concernées, conformément au [I. 11](#), les raccordements pénétrants sont arasés, les saillies éventuelles inscrites dans le gabarit à traiter sont décapées et les retombées de débris évacuées.

Les opérations préalables (curage; fraisage des raccordements pénétrants ou élimination des racines ou autres obstacles; réparation préalable des radiers et/ou des raccordements, etc.) font l'objet de postes séparés du métré.

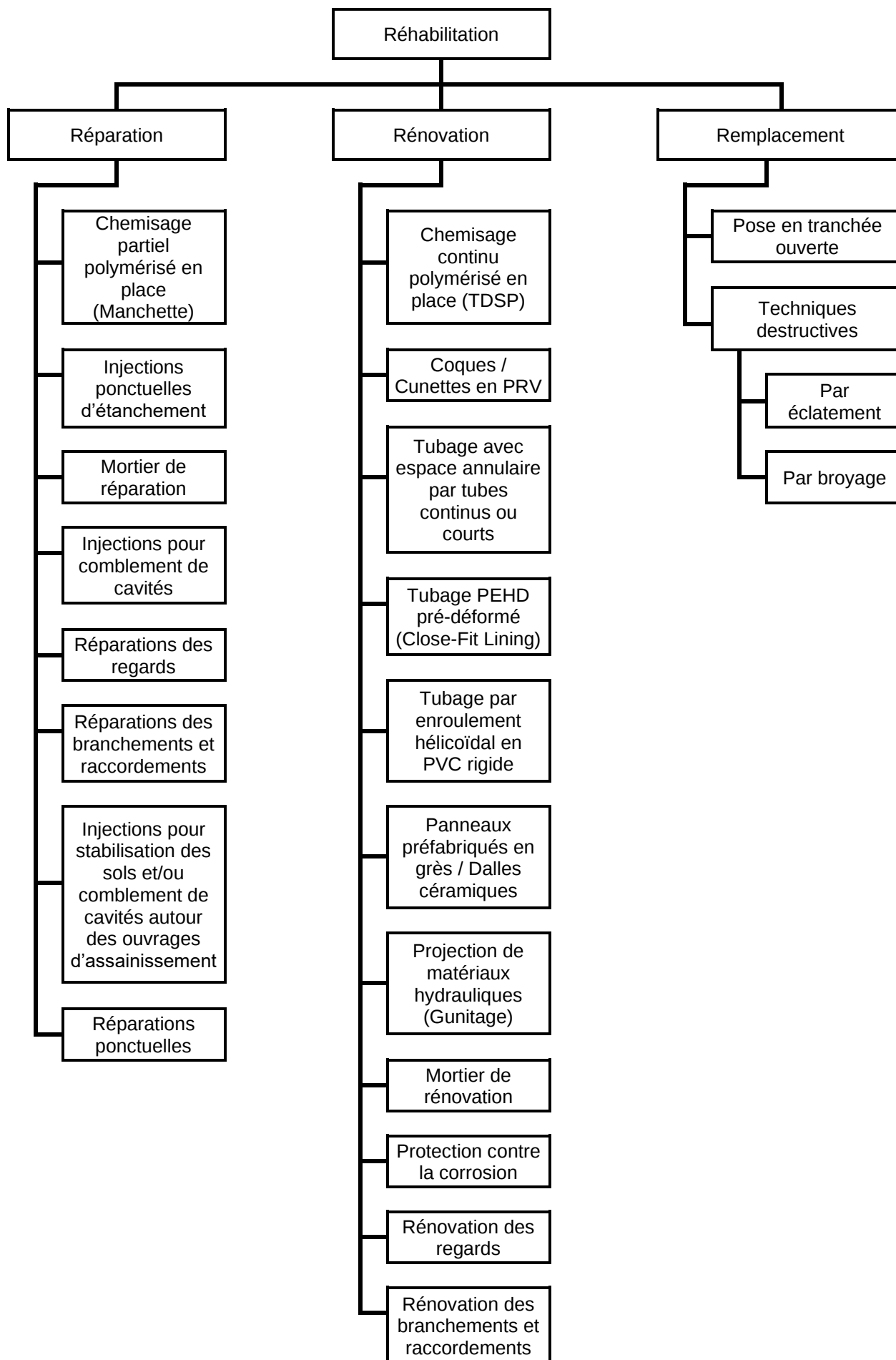


Figure I.1. Techniques de réparation et de rénovation

Tous les travaux préparatoires (dérivation pompage ou retenue des effluents, et curage) font l'objet de postes séparés du métré.

## **I. 8.2. INSPECTION**

Selon les prescriptions du [I. 10.](#)

## **I. 8.3. CURAGE**

Selon les prescriptions du [I. 11.](#)

## **I. 8.4. CHEMISAGE CONTINU POLYMERISE EN PLACE (RELINING OU TDSP - TUYAU DURCI SUR SITE APRES PLACEMENT)**

### **I. 8.4.1. DESCRIPTION**

La chemise est un tube flexible constitué d'un matériau absorbant (matrice fibreuse) imprégné de résine liquide thermo- ou photodurcissable et tout autre revêtement et/ou renfort.

La chemise souple imprégnée de résine est introduite par traction ou par inversion à l'eau ou à l'air dans la canalisation à rénover.

Une fois introduite dans la canalisation à rénover, le durcissement de la chemise s'effectue par polymérisation de la résine par accroissement de température (à l'eau ou vapeur chaude) ou sous rayonnement ultraviolet.

### **I. 8.4.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 8.4.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- résine synthétique (liant) (thermo- ou photodurcissable, époxy, polyester, vinylester, etc.): [C. 64.1](#)
- matériel de support (armature, matière absorbante) (fibre de verre ou polyester, tissé ou non tissé avec ou sans renfort): [C. 64.1](#)
- chemise: [C. 64.1](#)
- membrane intérieure (PVC, PEBD, PEMD, PU, etc.): [C. 64.1](#)
- préliner (PVC, PEBD, PEMD, PV, etc.): [C. 64.1](#).

#### **I. 8.4.2.2. MISE EN ŒUVRE**

##### **I. 8.4.2.2.1. CONFECTION DE LA CHEMISE**

La chemise est fabriquée dans une longueur bien spécifiée pour qu'elle couvre au moins entièrement la longueur de la canalisation à traiter et, dans un diamètre bien spécifié pour qu'elle prenne place étroitement contre la paroi de la canalisation existante lors de l'inversion.

Sont mentionnés sur la chemise: le diamètre nominal, l'épaisseur et le code du fabricant pour son identification.

Epaisseur

Dans le cas où le matériau de support est constitué de plusieurs couches de feutre, les joints de ces couches ne peuvent en aucun cas se superposer.

Suivant le cas, l'épaisseur de la chemise est calculée comme suit.

Dans le cas d'un chemisage structurant, l'épaisseur de la chemise est calculée par l'entrepreneur et est fonction de l'intégralité des charges supportées par l'ancienne canalisation et de la présence de la nappe phréatique. La chemise est conçue pour une longévité minimale de 50 ans.

Les documents du marché précisent les sollicitations mécaniques et hydrauliques auxquelles la chemise doit résister afin de permettre à l'entrepreneur de calculer l'épaisseur de la chemise.

L'épaisseur de la chemise est déterminée par l'entrepreneur de telle sorte que l'épaisseur minimale calculée du composite soit respectée en tenant compte notamment de toute elongation longitudinale et périphérique de la chemise lors de son installation. Des diminutions locales d'épaisseur dues à des irrégularités dans la canalisation existante sont cependant admises si elles n'influencent pas négativement les conditions fonctionnelles du nouveau tuyau (chemise).

Dans le cas d'un chemisage non structurant, la détermination de l'épaisseur de la chemise fait l'objet d'un calcul suivant la méthode WRC type II rénovation, soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

Dans le cas d'un chemisage structurant circulaire, la détermination de l'épaisseur de la chemise fait l'objet d'un calcul suivant une méthode préalablement soumise à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

Pour les chemisages non circulaires, la détermination de l'épaisseur de la chemise est effectuée par la méthode aux éléments finis ou suivant une méthode reconnue et préalablement soumise à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

#### Imprégnation

Lorsque la chemise est confectionnée à l'aide de résine polyester ou vinylester, elle est imprégnée en usine. Dans le cas de résine époxy, l'imprégnation peut se faire sur site.

La résine doit avoir une viscosité et une thixotropie telles que le matériau absorbant en soit complètement imprégné et que durant le placement et le durcissement de la chemise aucune fluctuation ou migration de résine n'apparaisse.

L'injection de la résine dans le matériau de support est exécutée jusqu'à l'obtention d'une chemise entièrement imprégnée de résine. Le volume de la résine employée pour l'imprégnation est au moins égal au volume des pores (vides) du matériau absorbant lorsque celui-ci est comprimé à son épaisseur nominale.

Cette imprégnation est saturée entre 0,05 et 0,08 MPa. Elle passe ensuite sous les rouleaux d'une calandreuse. La quantité de résine doit suffire au remplissage de chaque cavité du matériau absorbant. Une quantité supplémentaire est prévue afin de subvenir à d'éventuelles modifications de volume provoquées par la polymérisation. Cette opération est exécutée selon les recommandations du fabricant de résine.

#### I. 8.4.2.2.2. INTRODUCTION DE LA CHEMISE DANS LA CANALISATION EXISTANTE

La chemise préimprégnée est transportée en respectant les températures prescrites afin d'éviter une altération de la qualité du produit.

Lorsque la température est supérieure à 20 °C et/ou que l'imprégnation a eu lieu plus de 24 heures avant l'inversion, l'enveloppe imprégnée est conservée et transportée à pied d'œuvre par camion frigorifique dans un délai conforme aux prescriptions du fabricant.

La mise en place s'effectue en introduisant la chemise souple imprégnée de résine par traction ou réversion

Le gonflage à l'eau ou à l'air sous pression assure le contact avec la canalisation existante.

Si nécessaire, une réparation préalable des parties dégradées des radiers des conduites et/ou regards est effectuée conformément au [I. 8.19](#).

## Installation

L'entrepreneur joint à son offre un document spécifiant la méthode d'installation décrivant:

- la préparation de la canalisation existante (nécessité de nettoyage, mise hors service du tronçon à réparer avec dérivation ou stockage des effluents)
- le conditionnement de la chemise lors du transport
- le matériel de chauffe (boiler et autres installations)
- la méthode d'introduction du préliner et de la chemise
- le principe de durcissement (polymérisation à l'eau chaude, à la vapeur ou sous rayonnement UV)
- l'étanchéisation entre la chemise et les regards de visite ou ouvrages d'art
- la réouverture des raccordements
- la méthode de comblement des espaces libres subsistant éventuellement entre la canalisation et le chemisage; tout vide > 10 mm entre la structure existante et la paroi extérieure de la chemise fait l'objet d'une injection
- la méthode de suppression des plis subsistant éventuellement sur la surface interne du chemisage
- le système de maintien de la chemise dans les cheminées de visite intermédiaires
- les valeurs à déclarer spécifiées au [I. 8.2.2.3.2](#).

Dans les 30 jours calendrier suivant l'exécution, l'entrepreneur fournit la liste des rapports remis après la réalisation de la chemise (par exemple le registre des températures au moyen de thermocouples).

L'entrepreneur tient compte des exigences de qualité suivantes lors de l'introduction de la chemise:

- maintenir une pression intérieure suffisante dans la chemise afin d'éviter toute déformation provenant de la pression provoquée par la nappe phréatique ou par des infiltrations aux joints
- respecter les règles nécessaires pour éviter que les infiltrations d'eau chargée dans le tuyau existant ne corrodent la chemise lors de son introduction
- respecter les conditions d'installation
- rendre les jonctions étanches entre la chemise et les regards de visite (puits d'entrée, puits intermédiaires et le puits terminal)
- inversion des chemises si possible d'amont en aval dans la canalisation préparée
- le chemisage épouse parfaitement la paroi de la canalisation existante.

Dans le cas de fortes infiltrations d'eau dans la canalisation, un préliner est recommandé dans le cas d'utilisation de résines époxydes; un préliner est obligatoire dans tous les cas où des résines polyester ou vinylester sont utilisées.

## Traitements des raccordements

Préalablement au chemisage d'un tronçon, l'entrepreneur repère dans la canalisation existante les raccordements sur cette dernière.

Après la réouverture des raccordements, l'entrepreneur procède si nécessaire au curage et à l'étanchéisation de ces derniers.

Les raccordements sont étanchéisés sur une longueur minimum de 10 à 15 cm au moyen de pièces spéciales ("chapeaux") compatibles avec la résine utilisée, ou par injection de résine ou de mortier. Ces opérations, comprenant la fourniture des pièces spéciales, font l'objet d'un poste séparé du mètre.

Sauf prescriptions contraires des documents du marché, les raccordements sont ouverts depuis l'intérieur, manuellement dans les canalisations visitables ou au moyen de robots dans les canalisations non visitables.

### **I. 8.4.2.3. SPECIFICATIONS**

#### **I. 8.4.2.3.1. PRESCRIPTIONS PARTICULIERES**

La chemise durcie aura les caractéristiques mécaniques conformes à la NBN EN ISO 11296-4 et à la note de calcul prévue au [I. 8.4.2.1](#).

### Mise à longueur

La chemise est découpée et ouverte à ses extrémités dans les cheminées de départ et de fin.

Les surfaces coupées de la chemise dans les cheminées de visite de départ et de fin sont parfaitement lisses et ne présentent aucune barbe ou bavure.

### Polymérisation à l'eau chaude ou à la vapeur

Des mesures de température sont effectuées entre la chemise et la canalisation existante pendant le durcissement de la chemise.

Au minimum deux mesures sont effectuées au départ et à l'arrivée de la chemise.

En cas d'emploi de résine polyester ou vinylester, la variation de température en cas d'échauffement et de refroidissement est inférieur ou égal à 1 °C/min.

Des échantillons doivent être prélevés avant et après traitement et le lâcher des eaux ne peut être effectué tant que la teneur en styrène est supérieure à 1 mg/l et que la température de ces eaux est supérieure à 40 °C. Sauf dans le cas de résines époxydes, l'eau de polymérisation doit être traitée sur charbon actif.

Les tableaux reprenant les mesures de température sont fournis au fonctionnaire dirigeant directement après la réalisation du chemisage.

### Polymérisation sous rayonnement U.V.

La puissance électrique délivrée à la source et la vitesse d'avancement de celle-ci sont enregistrées.

Les tableaux reprenant la puissance électrique et la vitesse d'avancement sont fournis au fonctionnaire dirigeant directement après la réalisation du chemisage.

### Plis

Dans les sections rectilignes, les plis engendrant des excroissances supérieures à 1 cm sont éliminés par et aux frais de l'entrepreneur.

### Étanchéité des regards

L'étanchéité entre le chemisage et les regards est assurée.

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que la canalisation existante au droit des parois des cheminées peut également être érodée suivant la génératrice inférieure et donc présenter une section qui n'est pas parfaitement circulaire.

L'étanchéisation peut être réalisée par un joint en bentonite (résistant aux eaux usées) ou par injection de résine polyuréthane entre l'ancienne canalisation et le chemisage.

### Regards intermédiaires

Dans tous les regards intermédiaires, la chemise est maintenue supérieurement par un demi capot circulaire de la longueur du regard de visite et d'un diamètre égal au diamètre intérieur de la canalisation existante de manière à conserver dans les regards des conditions identiques à celles de la canalisation.

### Réparation de regards

Les regards de visite endommagés ou démontés du fait de la technique utilisée sont réparés ou reconstruits par et aux frais de l'entrepreneur suivant un procédé préalablement soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

#### I. 8.4.2.3.2. VALEURS A DECLARER

Les différentes valeurs et caractéristiques (NBN EN ISO 11296-4) du chemisage à déclarer, soumises à l'approbation du fonctionnaire dirigeant, sont:

- la rigidité spécifique annulaire initiale,  $S_0$
- le coefficient de fluage à 50 ans en condition sèche,  $(\alpha_{s,dry})$
- la contrainte ultime en traction longitudinale,  $\sigma_1$
- l'allongement ultime,  $\epsilon_1$
- le module d'élasticité à court terme,  $E_0$
- la résistance à la flexion,  $\sigma_{fM} (\geq 25 \text{ MPa})$
- la déformation en flexion à la résistance à la flexion,  $\epsilon_{fM} (\geq 0,75\%)$
- le module d'élasticité à long terme,  $E_{50}$
- le facteur de fluage,  $F_{50} (\geq 0,2)$ .

#### I. 8.4.2.4. VERIFICATIONS

- Contrôle de la température des eaux de polymérisation.
- Contrôle de la teneur en styrène des eaux de polymérisation (sauf résines époxy).
- Inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout rénové, effectuée conformément au [I. 10](#).
- Contrôle de la présence éventuelle de vides entre l'ancienne structure et la paroi extérieure de la chemise mise en place, suivant une méthode soumise à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.
- Contrôle de l'étanchéité à 0,05 Mpa.
- Contrôle des caractéristiques déclarées.

Les documents du marché peuvent prescrire d'autres vérifications spécifiques.

#### I. 8.4.2.5. PAIEMENT

##### I. 8.4.2.5.1. MESURAGE

La longueur de la chemise est mesurée par mètre en incluant les regards de visite intermédiaires (à l'exception des regards de visite de départ et d'arrivée).

Sont compris dans le prix:

- les études et calculs éventuels
- l'inspection avant/après pose (hors inspections de diagnostic et de contrôle)
- le transport conditionné
- l'imprégnation
- la polymérisation
- le placement de la chemise
- les travaux de finition dans les regards intermédiaires (découpage et raccordement des extrémités de la chemise)
- l'étanchéisation des regards de visite et ouvrages d'art
- la dérivation et le pompage des effluents
- l'injection des vides éventuels.

Les opérations préalables (curage, fraisage des raccords pénétrants ou élimination des racines ou autres obstacles, réparation préalable des radiers et/ou des raccords, etc.) font l'objet de postes séparés au métré.

La réouverture des raccords après gainage, leur étanchéisation y compris la pièce spéciale éventuelle nécessaire, font l'objet d'un poste séparé du métré.

Le contrôle visuel par caméra et les autres contrôles spécifiques, requis par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du métré.

#### I. 8.4.2.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

Les défauts sont réparés suivant une méthode proposée par l'entrepreneur et préalablement soumise au fonctionnaire dirigeant.

Les documents du marché prescrivent les réfections éventuelles à appliquer.

### I. 8.5. CHEMISAGE PARTIEL POLYMERISE EN PLACE (MANCHETTE)

#### I. 8.5.1. DESCRIPTION

Une manchette (chemise courte) imprégnée de résine est appliquée au droit d'un défaut ponctuel (fissures, infiltration, etc.) au moyen d'un manchon gonflable.

Une fois introduite dans la canalisation à rénover, le durcissement de la manchette s'effectue par polymérisation de la résine.

#### I. 8.5.2. CLAUSES TECHNIQUES

##### I. 8.5.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant:

- résine synthétique (liant): thermo- ou photodurcissable, époxy, polyuréthane, etc: [C. 64.1](#)
- matériau de support (armature, matière absorbante) - fibre de verre ou polyester, tissé ou non tissé: [C. 64.1](#)
- feuille de protection pour le manchon gonflable: [C. 64.1](#)
- feutre éventuel (absorption des excès de résine): [C. 64.1](#).

##### I. 8.5.2.2. MISE EN ŒUVRE

###### I. 8.5.2.2.1. CONFECTION DE LA MANCHETTE

Type de manchette

Les documents du marché précisent la longueur d'une manchette, ainsi que les sollicitations mécaniques et hydrauliques auxquelles la manchette doit résister afin de permettre à l'entrepreneur d'en calculer l'épaisseur.

Le type de manchette utilisé est proposé par l'entrepreneur et préalablement soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

Dans le cas où le matériau de support est constitué de plusieurs couches de feutre, les joints de ces couches ne peuvent en aucun cas se superposer.

Imprégnation

L'imprégnation de la résine dans le matériau de support est exécutée jusqu'à l'obtention d'une chemise entièrement imprégnée de résine: le volume de la résine employée pour l'imprégnation est au moins égal au volume des pores (vides) dans le matériau de support.

Polymérisation

La polymérisation peut s'effectuer à l'eau chaude, sous rayonnement UV ou électriquement.

#### I. 8.5.2.2.2. INSTALLATION DE LA MANCHETTE DANS LA CANALISATION EXISTANTE

Le support est imprégné de résine puis placé sur le manchon gonflable (également appelé "packer") adapté au diamètre de la canalisation, dont la longueur est fonction de la longueur de la manchette à placer.

L'ensemble est ensuite introduit dans la conduite via un regard de visite et est poussé au droit du défaut. Pour assurer le contact avec la canalisation existante, il est ensuite gonflé d'air ou d'eau de manière à épouser la forme de la canalisation à rénover. Il est laissé en place le temps suffisant pour permettre à la manchette d'adhérer à la paroi. L'utilisation d'un manchon creux permet cependant de maintenir partiellement en service le tronçon durant les opérations.

Une fois en place, le durcissement de la manchette s'effectue en quelques heures par polymérisation pour obtenir une parfaite solidité. Celle-ci peut être:

- préprogrammée (mise en place juste avant le chantier) pour les manchettes imprégnées de résine
- réalisées sur place par chauffage (eau, vapeur, résistance électrique) dans le cas d'application sous pression de la résine.

L'entrepreneur joint à son offre un document spécifiant la méthode d'installation, y compris:

- la préparation de la conduite existante (nécessité de nettoyage, mise hors service éventuelle du tronçon à réparer avec dérivation ou stockage des effluents)
- la méthode d'introduction.

Le cas échéant, les documents du marché précisent si l'écoulement des effluents doit impérativement être maintenu pendant l'exécution des travaux.

Dans les 30 jours calendrier suivant l'exécution, l'entrepreneur fournit la liste des rapports émis après exécution des manchettes (notamment, le registre des températures au moyen de thermocouples).

#### I. 8.5.2.2.3. TRAITEMENT DES RACCORDEMENTS

Sauf spécifications contraires des documents du marché, les raccordements sont rouverts depuis l'intérieur, manuellement dans les canalisations visitables ou au moyen de robot dans les canalisations non visitables.

#### I. 8.5.2.3. SPECIFICATIONS

Les prescriptions du [I. 8.4.2.3.2](#) sont d'application.

#### I. 8.5.2.4. VERIFICATIONS

- Inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout rénové, effectuée conformément au [I. 10](#).
- Contrôle de l'étanchéité à 0,05 MPa.

Les documents du marché peuvent prescrire d'autres vérifications spécifiques.

#### I. 8.5.2.5. PAIEMENT

##### I. 8.5.2.5.1. MESURAGE

Le paiement s'effectue à la pièce en fonction du diamètre de la canalisation.

Sont compris dans le prix:

- les études et calculs éventuels
- l'inspection avant/après pose (hors inspections de diagnostic et de contrôle)
- le curage éventuel, spécifique à la pose
- le transport conditionné
- l'imprégnation
- la fourniture et le placement de la manchette

Les opérations préalables (curage général, fraisage des raccordements pénétrants ou élimination des racines ou autres obstacles éventuels, etc.) font l'objet de postes séparés au métré.

Le cas échéant, la réouverture des raccordements, leur étanchéisation, y compris la pièce spéciale nécessaire, font l'objet d'un poste séparé du métré.

Le curage général et le contrôle visuel par caméra et les autres contrôles spécifiques, requis par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du métré.

La dérivation et le pompage éventuels des effluents (si nécessaire) font l'objet de postes séparés au métré.

#### I. 8.5.2.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

Les prescriptions du [I. 8.4.2.5.2](#) sont d'application.

### I. 8.6. COQUES ET CUNETTES EN POLYESTER ARME DE FIBRES DE VERRE

#### I. 8.6.1. DESCRIPTION

Introduction d'éléments autoportants coques/cunettes en polyester armé de fibres de verre, préfabriqués en usine suivant les dimensions et la forme de l'égout existant.

L'espace entre la canalisation existante et l'ouvrage neuf est rempli par injection de mortier de remplissage (coulis) ou par gunitage.

On distingue:

- les cunettes en PRV pour les réparations partielles de l'égout, par exemple dans le cas de cunettes usées ou corrodées
- les coques en PRV pour la réparation totale de l'égout qui peuvent être de forme ronde, ovoïde ou autres.

La technique s'applique pour des canalisations gravitaires et visitables.

#### I. 8.6.2. CLAUSES TECHNIQUES

##### I. 8.6.2.1. MATERIAUX

Les coques et cunettes répondent aux prescriptions du [C. 64.2](#).

La paroi des coques comprend de l'intérieur du tuyau vers l'extérieur:

- un liner
- une couche barrière
- de la résine polyester armée de fibres de verre et ajout de sable de silice
- une protection extérieure en sable grossier incrusté favorisant l'adhérence du coulis injecté dans l'espace annulaire lors de la mise en œuvre
- des éléments optionnels.

##### I. 8.6.2.1. MISE EN OEUVRE

###### I. 8.6.2.1.1. INSTALLATION DES COQUES/CUNETTES

Les coques/cunettes sont introduites une à une à partir du puits de travail. Elles sont munies d'emboîtements mâle/femelle ou tenon-mortaise dans le cas de coques. Le raccord est placé dans le sens de l'écoulement

Les cunettes sont mises en place, positionnées et assemblées. La cunette réalisée doit être étanche, de profil continu et sans décalage.

L'emboîtement est pourvu d'un système assurant l'étanchéité, composé d'un caoutchouc mou avec structure cellulaire ouverte, de mortier polyuréthane, de résines synthétiques époxy ou de laminage PRV ou de joints pré-collés sur le bout mâle de la coque, à l'aide d'une masse de colmatage époxy.

Outre l'emboîtement, les cunettes sont fixées à la paroi du tuyau à rénover au moyen d'ancrages. Ceux-ci sont composés de chevilles en acier inoxydable aux dimensions appropriées, scellées mécaniquement ou chimiquement à l'aide de résine époxydique.

A partir des regards de visite, l'ouverture entre la coque/cunette et le tuyau à rénover est comblée au moyen d'un coulis de ciment.

Ensuite, tout l'espace compris entre l'égout à rénover et la coque/cunette est rempli au moyen d'un coulis pompable, de grande fluidité.

L'injection du coulis se fait de manière gravitaire ou sous très légère pression. L'entrepreneur veille à effectuer le remplissage de manière à éviter tout mouvement ou déformation des coques ou cunettes. Le mode opératoire du remplissage est préalablement soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

Le coulis est composé de ciment additionné de matière pouzzolanique, de sable et éventuellement d'agents stabilisateurs et fluidifiants.

Les documents du marché précisent:

- la classe du coulis (cf tableau I. 8.6.2.3)
- la technique de réouverture des raccordements particuliers.

#### I. 8.6.2.1.2. TRAITEMENT DES RACCORDEMENTS

Les raccordements sont traités soit:

- par l'extérieur: une fouille est réalisée à la hauteur du raccordement. Ce dernier est déconnecté. Ensuite, une ouverture suffisamment grande est réalisée dans le tuyau à rénover de manière à permettre le placement d'une buse de piquage
- par l'intérieur: soit au moyen d'un robot, soit manuellement dans les cas accessibles.

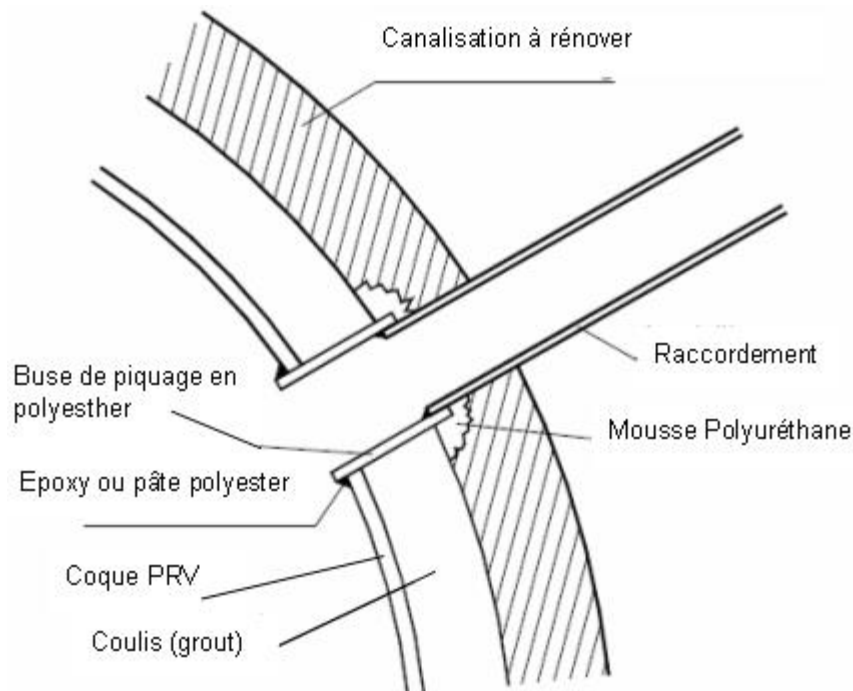


Figure I. 2. Coques PRV - Traitement des raccordements

**I. 8.6.2.3. SPECIFICATIONS****Dimensions**

Les dimensions des éléments (longueur, largeur, épaisseur, rayon de courbure, etc.) sont déterminées dans les documents du marché en fonction du résultat souhaité, structurant ou non, des disponibilités pratiques pour leur introduction et des capacités hydrauliques souhaitées de l'ouvrage rénové.

Dans tous les cas, les points suivants sont d'application:

- la détermination de l'épaisseur des éléments fait l'objet d'un calcul suivant une méthode préalablement soumise à l'approbation du fonctionnaire dirigeant
- les coques/cunettes sont de forme similaire à l'ouvrage existant
- la longueur des éléments est adaptée aux dimensions des puits d'introduction
- l'épaisseur des coques/cunettes est au minimum 8 mm (sablage non compris)
- la face extérieure des éléments est couverte d'un sable, granularité 1 à 3 mm
- les coques/cunettes sont munies d'origine d'emboîtements mâle/femelle ou tenon-mortaise.

**Coulis de ciment**

Les documents du marché précisent la classe de résistance du coulis, conformément au tableau I. 8.6.2.3 ci-dessous.

| Classe | Résistance à la compression à 28 jours | Retrait et gonflement à 28 jours<br>(20 °C-90 % HR <sup>2)</sup> ) |
|--------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| I      | > 1 MPa                                | Max. 1,5 %                                                         |
| II     | > 9 MPa                                | Max. 1,5 %                                                         |
| III    | > 12 MPa                               | Max. 1,5 %                                                         |
| IV     | > 25 MPa                               | Max. 1,5 %                                                         |
| V      | Autres <sup>1)</sup>                   | -                                                                  |

<sup>1)</sup> Résistance précisée dans les documents du marché.

<sup>2)</sup> HR: humidité relative.

Tableau I. 8.6.2.3. Classes et exigences minimales pour les coulis de ciment

- Classe I: coulis de ciment uniquement destiné à obturer les vides et cavités éventuelles entre la nouvelle construction et l'égout existant.
- Classe II, III et IV: coulis de ciment destiné à obturer les vides et cavités éventuelles entre la nouvelle construction et l'égout existant, mais qui intervient dans la stabilité de la nouvelle structure.
- Classe V: tous les autres coulis de ciment.

**Pression extérieure**

Les coques/cunettes devront résister au minimum:

- aux charges ponctuelles générées par la poussée verticale que subiront les éléments suite aux opérations d'injection:
  - pression uniforme du mortier injecté:  $\geq 35$  kPa
  - pression maximum en fin d'injection: 50 kPa
- aux charges de roulage et de sol (sauf dans le cas des cunettes): calcul suivant la méthode WRC type I rénovation, en appliquant un facteur de sécurité  $\geq 2$
- à la pression exercée par la nappe phréatique (sauf dans le cas des cunettes): calcul suivant la méthode WRC type II rénovation.

**Calage des coques**

Les éléments de la cunette sont fixés au moyen de fixations mécaniques en acier inoxydable. Les éléments de coques au moyen de coins. Tous les éléments doivent résister aux charges ponctuelles générées par la poussée verticale que subiront les éléments suite aux opérations d'injection. Les

fixations sont suffisamment résistantes et placés de manière à éviter toute déformation et tout déboîtement des joints (cfr. WRC S.R.M 1994 VOL III page 29).

#### **I. 8.6.2.4. VERIFICATIONS**

- Inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout rénové, effectuée conformément au [I. 10.](#)
- Contrôle de l'étanchéité à l'eau à 0,05 MPa (sur coques, en l'absence de branchements particuliers).
- Contrôle de l'absence de vides entre l'ancienne structure et la paroi extérieure des éléments mis en place, suivant une méthode préalablement soumise à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.
- Contrôle de la résistance à la compression du coulis de ciment.

Les documents du marché peuvent prescrire d'autres vérifications spécifiques.

#### **I. 8.6.2.5. PAIEMENT**

Au mètre courant de coque ou de cunette, en fonction des sections décrites aux documents du marché.

L'étanchéisation au niveau des raccords avec les regards de visite et ouvrages d'art, y compris l'adaptation éventuelle de la cunette du regard au nouveau profil, est payée au moyen d'un poste séparé du mètre.

Quelle que soit la technique utilisée (par l'intérieur ou par l'extérieur), la réouverture des raccordements particuliers est payée à la pièce, toutes opérations et fournitures comprises.

Le contrôle visuel par caméra et les autres contrôles spécifiques, requis par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du mètre.

### **I. 8.7. TUBAGE PAR ENROULEMENT HELICOÏDAL EN PVC RIGIDE**

#### **I. 8.7.1. DESCRIPTION**

Introduction d'un tuyau fabriqué mécaniquement sur site par l'enroulement hélicoïdal d'un profilé spécial en PVC assemblé par clipsage dans la canalisation à rénover, à partir d'un regard de visite.

Remarque: Cette technique est applicable dans le cas de rénovation de conduites rectilignes et ne présentant pas de déviations angulaires importantes ( $> 2^\circ$ ) ou de déboîtements axiaux  $> 10\%$  du diamètre des tuyaux en place.

Deux systèmes sont possibles:

- diamètre fixe: Dans ce cas, le diamètre du nouveau tuyau est fixé à l'avance. Ce diamètre est généralement de  $\pm 10\%$  plus petit que celui du tuyau existant. L'espace entre la canalisation existante et le nouveau tuyau est rempli par injection d'un coulis de ciment
- diamètre adapté à celui de la structure existante (Close-Fit): Dans ce cas, le profilé en PVC est pressé contre la paroi du tuyau existant durant la phase de fabrication du nouveau tuyau par enroulement.

Plusieurs types de profilés sont disponibles qui permettent de couvrir la plupart des diamètres des canalisations à réhabiliter (de 200 mm à 2.500 mm).

#### **I. 8.7.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.7.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du [C. 64.3.](#)

### I. 8.7.2.2. MISE EN ŒUVRE

#### Enroulement hélicoïdal

- Le profilé est placé dans la machine et le bon fonctionnement de l'appareil est testé.
- La machine est ensuite placée à la hauteur de la canalisation (dans le regard de visite) et l'enroulement commence. Un opérateur spécialisé contrôle en permanence l'opération.
- L'enroulement se fait en continu, de regard de visite à regard de visite. En cas d'incidents, des regards de visite aveugles complémentaires sont réalisés.
- Les raccordements sont traités tel que décrit au point « traitement des raccordements » ci-après.
- Dans le cas de la présence d'un vide annulaire, les ouvertures entre l'ancien et le nouveau tuyau sont fermées provisoirement aux deux extrémités de chaque section rénovée (normalement dans les regards de visite), par injection de mousse polyuréthane, en veillant à placer les tubulures nécessaires pour l'injection du coulis de ciment et pour les événements.

#### Injection du coulis.

A partir des regards de visite et par les tubulures préparées à cet effet, tout l'espace compris entre l'égout à rénover et le nouveau tuyau est rempli au moyen d'un coulis de ciment, de grande fluidité.

L'injection du coulis se fait de manière gravitaire ou sous très légère pression afin d'éviter tout mouvement ou déformations de la nouvelle canalisation placée.

L'évent, généralement placé au plus haut du côté amont, permet de contrôler le degré de remplissage.

Les documents du marché précisent la classe de résistance du coulis, conformément au tableau [C. 64.3](#).

#### Finitions

Après durcissement du coulis de ciment, les tubulures d'injection et les événements sont retirés et les extrémités sont parachevées avec un béton à base de ciment **HSR à haute résistance aux sulfates selon la NBN B 12-108**. Les regards de visite sont remis en leur état original et leur cunette d'écoulement est adaptée au nouveau fil d'eau.

(d'application à partir du 01/01/2023)

#### Traitement des raccordements

Les raccordements sont traités soit:

- par l'extérieur: une fouille est réalisée à la hauteur du raccordement. Ce dernier est déconnecté. Une ouverture suffisamment grande est réalisée dans le tuyau à rénover de manière à permettre le placement d'une selle de branchement ou pièce de piquage
- par l'intérieur: soit au moyen d'un robot, soit manuellement dans les cas accessibles.

Dans le cas de la présence d'un vide annulaire, le traitement des raccordements ne peut se faire qu'après durcissement du coulis d'injection.

### I. 8.7.2.3. SPECIFICATIONS

Dans tous les cas, le choix du profilé (rapport largeur/épaisseur) fait l'objet d'une note de calcul préalablement soumise à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

### I. 8.7.2.4. VERIFICATIONS

Les prescriptions du [I. 8.6.2.4](#) sont d'application.

### I. 8.7.2.5. PAIEMENT

Les prescriptions du [I. 8.6.2.5](#) sont d'application.

En cas d'incident, la réalisation d'un regard de visite aveugle fera l'objet d'un poste séparé du métré.

## I. 8.8. TUBAGE AVEC ESPACE ANNULAIRE AU MOYEN DE TUYAUX CONTINUS OU COURTS (SLIPLINING)

### I. 8.8.1. DESCRIPTION

Il s'agit soit de l'introduction de tuyaux (ou éléments courts de tuyaux) à assemblage étanche, par poussage ou traction, soit de la traction d'un tube long (une seule pièce) préfabriqué en usine ou sur site.

Sauf prescriptions contraires aux documents du marché, l'espace entre la canalisation existante et le nouveau tuyau est généralement rempli par injection d'un coulis de ciment (grout).

La technique s'applique aux canalisations gravitaires ou sous pression, visitables et non visitables.

### I. 8.8.2. CLAUSES TECHNIQUES

#### I. 8.8.2.1. MATERIAUX

Les matériaux utilisés sont le plus souvent les matières plastiques: polyéthylène haute densité (PEHD), polychlorure de vinyl (PVC), polyester renforcé de fibres de verre (PRV), etc.

Ils sont conformes aux prescriptions du [C. 38.1.4](#) et du [C. 64.4](#).

Les documents du marché précisent la classe de résistance du coulis, conformément au tableau [I. 8.6.2.3](#) et le type d'assemblage des tuyaux.

#### I. 8.8.2.2. MISE EN ŒUVRE

- Mise en adéquation des lieux et des fosses de travail en fonction du procédé retenu: aire de stockage des éléments, placement du treuil de traction, fosses de dimension adaptée pour l'introduction et l'assemblage des tuyaux (éventuellement soudure), etc.
- Assurer le centrage des dispositifs de calage du tubage dans la conduite existante, selon une méthode préalablement soumise à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.
- Ouverture de fouilles au droit des défauts ponctuels excessifs (ovalisation, effondrement, déboîtements importants, réductions de sections...).

Injection de mortier (si nécessaire)

A partir des regards de visite et par les tubulures préparées à cet effet, tout l'espace compris entre l'égout à rénover et le nouveau tuyau est rempli au moyen d'un mortier pompable, de grande fluidité et à retrait compensé.

L'injection du mortier se fait de manière gravitaire ou sous très légère pression afin d'éviter tout mouvement ou déformation de la nouvelle canalisation placée.

La tubulure d'aération, généralement placée au plus haut du côté amont, permet de contrôler le degré de remplissage.

Finitions

Après durcissement du coulis de ciment, les tubulures d'injection et d'aération sont retirées et les extrémités sont parachevées avec un béton à base de ciment **HSR à haute résistance aux sulfates selon la NBN B 12-108**. Les regards de visite sont remis en leur état original et la cunette d'écoulement est adaptée au nouveau fil d'eau.

(d'application à partir du 01/01/2023)

Traitement des raccordements

Les raccordements sont traités soit:

- par l'extérieur: une fouille est réalisée à la hauteur du raccordement. Ce dernier est déconnecté. Une ouverture suffisamment grande est réalisée dans le tuyau à rénover de manière à permettre le placement d'une pièce de piquage

- par l'intérieur: soit au moyen d'un robot, soit manuellement dans les cas accessibles.

#### **I. 8.8.2.3. SPECIFICATIONS**

Dans tous les cas, le choix du tubage (rapport largeur/épaisseur) est décrit dans les documents du marché. A défaut, il fait l'objet d'une note de calcul à soumettre préalablement à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

#### **I. 8.8.2.4. VERIFICATIONS**

Les prescriptions du [I. 8.6.2.4](#) sont d'application.

#### **I. 8.8.2.5. PAIEMENT**

Les prescriptions du [I. 8.7.2.5](#) sont d'application.

La mise en adéquation des lieux et des fosses de travail en fonction du procédé retenu fait l'objet de postes séparés du métré.

### **I. 8.9. PANNEAUX PREFABRIQUES EN GRES (DALLES CERAMIQUES)**

#### **I. 8.9.1. DESCRIPTION**

Rénovation ou réparation de tout ou partie d'une section de canalisation par mise en place d'éléments préfabriqués en grès.

Les panneaux sont composés de dalles céramiques préassemblées en usine au moyen de résine d'époxy (joints primaires).

En cours de fabrication les dimensions et la forme de ces éléments sont adaptées à la géométrie des collecteurs à rénover. Il s'agit, par ex., de tuyaux ronds, d'ovoïdes, des voûtes surbaissées, ogivales ou tout autre forme accessible et visitable. Le système s'applique aussi pour la rénovation des cunettes, des regards de visite, de bassins, etc. Tout le périmètre intérieur, ou une partie de celui-ci (radier), peut être revêtu de tels éléments céramiques. Sur chantier, les joints entre les plaques sont remplis d'une résine d'époxy similaire (joint secondaire).

Une résine à base de polyuréthane est utilisée pour la confection des joints de dilatation.

L'espace éventuel entre la canalisation existante et l'ouvrage en grès est rempli, si nécessaire, par un coulis de ciment ou du béton pompable.

Le système convient également pour la rénovation des regards de visites.

La technique s'applique aux canalisations et ouvrages visitables et accessibles.

#### **I. 8.9.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.9.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du [C. 64.5](#).

##### **I. 8.9.2.2. MISE EN ŒUVRE**

###### **I. 8.9.2.2.1. TRAVAUX PRELIMINAIRES**

La technique nécessite la mise hors service de l'ouvrage.

Avant exécution, les surfaces à traiter sont nettoyées ou curées.

La préparation de la surface s'effectue par des moyens techniques appropriés (p. ex. hydro décapage, hydro sablage, sablage, bouchardage, etc.) de manière à éliminer du support toute partie friable ou toute saleté ou matière (graisse, biofilm, etc.) susceptible de nuire à la bonne adhérence du mortier de collage. La préparation de la surface permettra également l'élimination du glacié de surface ou de la laitance éventuellement présents.

Les armatures sont protégées contre la corrosion par un revêtement anticorrosion, sur base des prescriptions du [N. 1.10](#).

Les arrivées d'eau sont étanchées à l'aide de mortier d'arrêt à prise rapide (présentant une résistance mécanique à la traction  $\geq 1$  MPa), les fissures de surface et les trous importants dans la paroi sont colmatés.

Les raccordements trop pénétrants ou endommagés sont décapés, fraisés ou réparés, les racines pénétrantes sont coupées.

Si nécessaire, la paroi est reprofilée, avant application, avec du mortier présentant une résistance mécanique à la traction  $\geq 1$  MPa.

#### I. 8.9.2.2.2. REALISATION SANS COFFRAGE

Les plaques céramiques préassemblées en usine sont introduites via un puits de travail ou par un regard de visite.

Un mortier d'adhérence est appliqué et étalé à la fois sur la paroi préparée de l'égout ou du collecteur et sur la face arrière des éléments céramiques. Les plaques sont appliquées avec frottement sur le mortier de pose, frais sur frais (méthode "buttering-floating"). Les plaques sont assemblées l'une à l'autre à l'aide de résine époxy. La largeur des joints est comprise entre 6 et 10 mm.

Après un temps d'attente conforme aux prescriptions du fournisseur des produits utilisés ou, à défaut, après un temps d'au moins 24 heures, les joints secondaires entre les plaques sont rejointoyés à l'aide d'une résine époxy.

Les documents du marché peuvent imposer l'exécution de joints de dilatation.

La distance entre deux joints de dilatation est comprise entre 5 à 8 m. Des joints de dilatation sont prévus au niveau des joints de construction de l'ouvrage existant, de manière à pouvoir récupérer les mouvements éventuels du support. Les joints de dilatation ont une largeur de  $15 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  et une profondeur de  $15 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ . Ils sont sans poussière, secs et exempts d'impuretés. On injecte d'abord comme couche de fond un primer. Après un temps minimum de 60 minutes (idéalement 120 minutes), les joints sont rejointoyés à l'aide d'une résine de polyuréthane par application au pistolet d'injection. Une pression est exercée contre les flancs des joints qui sont ensuite lissés.

#### I. 8.9.2.2.3. REALISATION AVEC COFFRAGE

Dans le cas où un coffrage est réalisé, l'espace entre les plaques céramiques et la paroi de la canalisation existante est comblé au moyen d'un coulis. Dans le cas d'une rénovation structurante, l'espace est garni d'armatures (voir gunitage).

Le coulis est introduit par voie gravitaire ou sous une légère pression. Tout mouvement des plaques assemblées est à éviter lors de l'injection.

La réalisation des joints des plaques céramiques est identique à celle décrite au [I. 8.9.2.2.2](#).

#### I. 8.9.2.3. SPECIFICATIONS

Les dalles céramiques ne sont pas structurantes en elles-mêmes. Les caractéristiques structurantes ou non sont fonction de la sous-structure.

Les dimensions des éléments sont déterminées en fonction du résultat souhaité et des conditions d'accessibilité des tronçons à rénover.

Les points suivants sont d'application:

- les éléments préfabriqués ne sont pas endommagés à la réception
- l'épaisseur des dalles de grès est au minimum de 15 mm
- les éléments préfabriqués (plaques) ne contiennent que du grès et de la résine époxy
- la face de pose des dalles est en queues d'arronde.

#### **I. 8.9.2.4. VERIFICATIONS**

##### **I. 8.9.2.4.1. CONTRÔLE DE L'ABSENCE DE VIDE**

Dans le cas de plaques collées, le contrôle de l'absence de vides (surfaces "non collées") entre l'ancienne structure et les plaques est réalisé par sondage sonique ou suivant toute autre méthode préalablement soumise à l'approbation du fonctionnaire dirigeant. La présence éventuelle de vides ne peut excéder 20 % de la surface d'une plaque.

##### **I. 8.9.2.4.2. TEST DE RESISTANCE A LA TRACTION**

La résistance à la traction est déterminée sur des noyaux exempts de perturbations et de vibrations forés jusqu'au matériau de la construction originale et étant toujours en place. Ils sont sollicités en traction en présence de l'entrepreneur au moins 28 jours après la pose des plaques céramiques. Les échantillons ont un diamètre d'au moins 70 mm mesuré sur une dalle.

Le test d'adhérence est exécuté en collant des têtes de traction. Temporairement les têtes sont tenues en place jusqu'au durcissement de la colle. La force d'adhérence est montée linéairement et continuellement avec un déroulement de 100N/s jusque-là rupture. La force de traction doit être exercée perpendiculairement sur la tête de traction.

Appréciation: la force de traction ne peut pas être supérieure à la résistance à la traction du matériau de la construction originale.

- Si la rupture se situe dans le support ancien, le test est considéré comme concluant.
- si la rupture est mixte (partiellement dans le support ancien et dans le mortier d'adhérence et mortier de profilage = faille de cohésion), le test est considéré comme concluant.
- si la rupture se situe uniquement dans le mortier d'adhérence ou dans le mortier de profilage mais avec une force de traction supérieure ou égale à 1,0 MPa, le test est considéré comme concluant.
- si la rupture se situe uniquement dans le mortier d'adhérence avec une force de traction inférieure à 1,0 MPa, le test n'est pas concluant.

Pour l'adhérence des revêtements non autoportants, on peut se référer à la pression de la nappe sur l'arrière des plaques (1 MPa = 101 m de colonne d'eau).

Le nombre de mesures à effectuer pour le test d'adhérence est le suivant:

3 mesures par

- ouvrage de plus de 200 m<sup>2</sup>
- 10 regards d'inspection
- 200 m<sup>2</sup> de surface de plaques
- 500 m linéaire de canalisation.

##### **I. 8.9.2.4.3. ADHERENCE DE LA RESINE D'EPOXY SUR LES FLANCS DES PLAQUES**

L'échantillon se compose de deux dalles avec joint longitudinal intermédiaire.

##### **I. 8.9.2.4.4. PLANEITE DE SURFACE**

Les différences entre les plaques céramiques ne peuvent pas dépasser 5 mm.

#### **I. 8.9.2.5. PAIEMENT**

Au m<sup>2</sup> de surface traitée, toutes opérations et jointement compris.  
Les joints de dilatation sont payés au mètre courant.

Les ouvertures, d'une superficie < 0,5 m<sup>2</sup>, ne sont pas portées en déduction.

Le contrôle visuel et les autres contrôles spécifiques éventuels, prescrits par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du mètre.

## **I. 8.10. RENOVATION DE CANALISATIONS PAR PROJECTION DE MATERIAUX HYDRAULIQUES**

### **I. 8.10.1. DESCRIPTION**

Rénovation au moyen d'un béton de gunitage à base de liant hydraulique. Le béton peut être appliqué sur du béton ou des briques.

Le béton gunité est un mélange de liants, de granulats, d'eau et éventuellement d'additifs, d'adjuvants et de fibres, transporté dans une conduite résistant à la pression et projeté sur le support par une lance; la force de projection assure le compactage.

On distingue le gunitage:

- par voie sèche: technique par laquelle les composants solides sont au préalable mélangés, puis transportés secs par air comprimé jusqu'à la lance, où de l'eau est ajoutée au mélange, qui est projeté de manière continue sur le support. Les composants solides peuvent être préalablement humidifiés
- par voie mouillée: technique par laquelle le mélange homogène des composants solides, de l'eau et des adjuvants éventuels est pompé jusqu'à la lance et projetés par air comprimé de manière continue sur le support.

Sauf prescriptions contraires dans les documents du marché, vu le caractère généralement confiné de l'espace de travail, le gunitage est effectué par voie mouillée.

On parle de rénovation "structurante" lorsque le matériau apporté participe à la stabilité de l'ouvrage.

### **I. 8.10.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 8.10.2.1. MATERIAUX**

Les prescriptions du [N. 1.4.2.1](#) et du [N. 1.4.3](#) sont d'application.

#### **I. 8.10.2.2. EXECUTION**

Les prescriptions du [N. 1.4.2.2](#) et du [N. 1.4.3](#) sont d'application

#### **I. 8.10.2.3. SPECIFICATIONS**

Préparation du support:

Les conditions à respecter sont les suivantes:

- la température est supérieure ou égale à 5 °C
- bouchage préalable des entrées d'eau à l'aide d'un mortier à prise rapide
- toutes les parties non stables sont détachées et évacuées
- nettoyage de la paroi avec de l'eau sous pression ( $\geq 300$  bar)
- dans le cas d'une réparation locale, le support est bouchardé
- bouchage des fissures à l'aide d'un mortier à prise rapide ou par injection
- remplissage des défauts les plus importants à l'aide d'un mortier de ragréage
- pose d'une couche d'accrochage pour les supports critiques (cohésion  $< 1,5$  MPa). L'adhérence est déterminée par un essai de traction
- en cas de support en maçonnerie, les joints sont comblés.

En cas de travaux de gunitage avec armatures, l'enrobage doit être au minimum de 20 mm. Sauf indication contraire des documents du marché, le lissage des parois n'est pas prévu.

#### I. 8.10.2.4. VERIFICATIONS

##### I. 8.10.2.4.1. RECEPTION TECHNIQUE PREALABLE

Il est vérifié que le produit répond aux prescriptions et aux critères de qualité définis dans les documents du marché.

Le cas échéant, des essais de réception technique préalable sont effectués conformément aux prescriptions du [N.1.4.4.1.](#)

##### I. 8.10.2.4.2. CONTRÔLES EN COURS D'EXECUTION

Trois mesures de l'épaisseur de la couche et une mesure d'adhérence sont réalisées par tronçon d'environ 200 m<sup>2</sup>.

- Contrôle visuel: la surface est exempte de trous et les fissures présentes ont une ouverture maximale selon la NBN B 14-210.
- Contrôle de l'épaisseur de la couche: le contrôle de l'épaisseur de la couche est réalisé par le prélèvement de carottes de diamètre 50 mm dans la surface traitée.
- L'épaisseur moyenne de 3 mesures est supérieure ou égale à l'épaisseur minimale exigée.
- Chaque mesure d'épaisseur individuelle ne peut présenter une déviation de plus de 5 mm par rapport à l'épaisseur minimale exigée.
- Dans le cas où ces conditions ne sont pas remplies, l'entrepreneur poursuit, à ses frais les travaux de gunitage jusqu'à ce que l'épaisseur exigée soit atteinte (contrôle à l'aide d'un nouveau prélèvement de minimum 3 carottes par tronçon de 200 m<sup>2</sup>).
- L'épaisseur du béton gunité est définie à la figure I. 8.10.2.4.2.

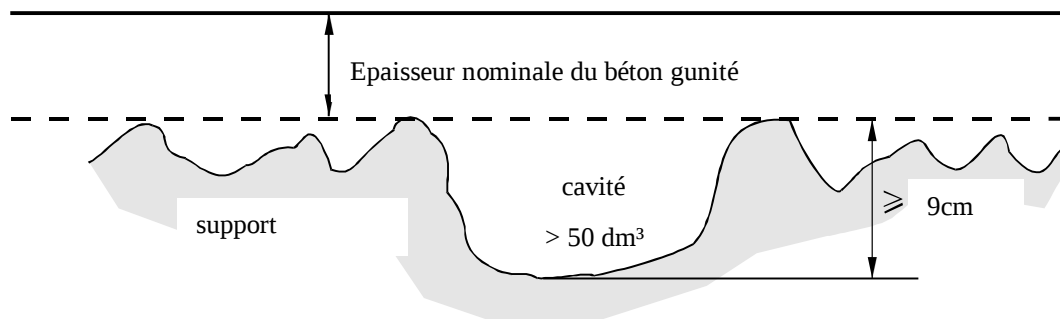


Figure I. 8.10.2.4.2.

Toutes les cavités sont à remplir préalablement de béton gunité. Par cavité, on entend tout volume individuel supérieur à 50 dm<sup>3</sup> et ayant une profondeur égale ou supérieure à 9 cm.

Adhérence:

l'essai est réalisé après un temps de durcissement d'au moins 28 jours à une température supérieure à 5 °C. Les valeurs individuelles sont supérieures à 1,5 MPa. Ces spécifications ne sont pas d'application lorsque les ruptures sont de type "cohésives dans le support".

Le contrôle de l'adhérence n'est pas d'application pour les rénovations structurantes.

##### I. 8.10.2.5. PAIEMENT

Les canalisations rénovées sont mesurées en m<sup>2</sup>.

Les ouvertures de surface inférieures à 0,5 m<sup>2</sup> ne sont pas décomptées.

Le paiement se fait sur base des postes suivants:

- comblement préalable des cavités: le prix, comprenant la fourniture, est établi au m<sup>3</sup> à combler; défini par le fond de la cavité et par la limite conventionnelle de la couche de béton gunité en section courante (trait pointillé de la figure I. 8.10.2.4.2)
- fourniture et mise en place d'armatures: kg
- fourniture de béton gunité de catégorie M2, M3 ou M4 (pour la catégorie M2, il est tenu compte de la classe de résistance et de la classe d'environnement): m<sup>3</sup>
- mise en place de béton gunité, y compris préparation du support, armatures technologiques, dispositifs d'attache, écarteurs, repères de profondeur, projection, enlèvement du béton tombé au sol. Le prix est établi au m<sup>2</sup> en fonction de la catégorie d'épaisseur (ép. ≤ 5 mm, 5 mm < ép. ≤ 8 mm, 8 mm < ép. ≤ 12 mm et 12 mm < ép.). La surface comprend les surfaces de cavités comblées préalablement qu'il convient de recouvrir comme le reste du support à l'aide de béton projeté.

## I. 8.11. REPARATION OU RENOVATION AU MOYEN D'UN MORTIER

### I. 8.11.1. DESCRIPTION

Réparation ou rénovation au moyen d'un mortier appliqué par projection ou à la main.

Le mortier peut être appliqué sur du béton, des briques ou une surface métallique.

Le mortier utilisé est à base de ciment auquel sont ajoutés:

- soit des polymères
- soit d'autres produits tels que adjuvants, fibres...
- soit les deux de manière à en améliorer les caractéristiques.

Le produit peut se présenter sous deux formes différentes:

- deux composants: un liquide (polymère) et un solide (ciment et sable)
- un composant solide à mélanger à de l'eau.

En rénovation, on distingue les opérations de ragréage et de surfacage. L'épaisseur d'une couche de surfacage peut varier de 2 à 8 mm.

Dans le cas d'utilisation d'armatures, l'entrepreneur fait approuver par le pouvoir adjudicateur la note de calcul des armatures 15 jours avant le début des travaux.

### I. 8.11.2. CLAUSES TECHNIQUES

#### I. 8.11.2.1. MATERIAUX

On distingue 2 catégories de mortier:

- catégorie I: mortier destiné au ragréage de défauts ou dégradations superficielles, en vue de restituer l'aspect géométrique ou esthétique de la structure
- catégorie II: même domaine d'emploi que la catégorie I mais pour des réparations structurelles. Le ragréage vise alors à restituer ou à améliorer la portance de l'élément considéré.

Les exigences sur briques et acier sont les suivantes:

| Caractéristique                            | Mortier à prise rapide | Mortier de ragréage | Mortier de surfacage |
|--------------------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Résistance en compression à 1 jour (MPa)   | minimum 20             | -                   | -                    |
| Résistance en compression à 28 jours (MPa) | minimum 40             | minimum 40          | minimum 40           |
| Résistance en flexion à 28 jours (MPa)     | minimum 8              | minimum 8           | minimum 8            |

| Caractéristique                          | Mortier à prise rapide               | Mortier de ragréage                  | Mortier de surfacage                 |
|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Adhérence (MPa)                          | minimum 1,5                          | minimum 1,5                          | minimum 1,5                          |
| Diamètre maximal $D_{max}$ des granulats | maximum 1/3 de l'épaisseur à réparer | maximum 1/3 de l'épaisseur à réparer | maximum 1/2 de l'épaisseur à réparer |

Tableau I. 8.11.2.1. Exigences pour les mortiers de réparation

En outre, les documents du marché précisent:

- l'épaisseur de la couche de mortier
- le type de mortier
- la classe d'environnement (selon la NBN EN 206-1, la NBN B 15-001 et son addendum)
- le cas échéant, le diamètre maximal des granulats  $D_{max}$ . (suivant NBN EN 12620).

En ce qui concerne les applications sur support en béton:

- les mortiers de surfacage et de ragréage répondent aux spécifications du [C. 13.2.2.1](#), à l'exception de la résistance à la carbonatation. Des exigences de durabilité sont définies dans les documents du marché
- les mortiers à prise rapide répondent aux mêmes spécifications, avec l'exigence complémentaire suivante: résistance en compression à 1 jour: min. 20 MPa.

### I. 8.11.2.2. EXECUTION

#### I. 8.11.2.2.1. SUPPORT

Les conditions à respecter en ce qui concerne la préparation du support sont conformes à celles du [I. 8.10.2.3](#).

#### I. 8.11.2.2.2. MISE EN PLACE DU MORTIER DE REPARATION OU RENOVATION

La surface à traiter est préalablement humidifiée jusqu'à saturation.

Le mortier est appliqué par couches comprises entre 5 et 40 mm. Dans le cas où des nouvelles armatures sont placées, le mortier est ajouté en deux couches jusqu'à l'obtention d'une épaisseur totale de 40 mm.

### I. 8.11.2.3. SPECIFICATIONS

Epaisseurs à appliquer:

- application sans armature:
  - minimum 5 mm par opération
  - maximum 40 mm par opération
  - localement jusqu'à 100 mm pour une surface < 0,1 m<sup>2</sup>
- application avec armatures: couvrir les armatures avec une couche de minimum 20 mm.

Sauf prescriptions contraires des documents du marché, le lissage des parois n'est pas prévu.

### I. 8.11.2.4. VERIFICATIONS

#### I. 8.11.2.4.1. RECEPTION TECHNIQUE PREALABLE

Il est vérifié que le produit répond aux prescriptions et aux critères de qualité définis dans les documents du marché.

Les fiches techniques reprenant les caractéristiques des produits mis en œuvre sont fournies avant le démarrage du chantier et sont soumises à l'approbation du fonctionnaire dirigeant. Les caractéristiques techniques de ces produits sont compatibles avec les matériaux constitutifs des tuyaux et/ou des joints.

#### I. 8.11.2.4.2. CONTRÔLES EN COURS D'EXECUTION

Les prescriptions du I. 8.10.2.4.2 sont d'application.

#### **I. 8.11.2.5. PAIEMENT**

Les prescriptions du I. 8.10.2.5 sont d'application.  
Les ouvrages rénovés sont mesurés en m<sup>2</sup>.

Les ouvertures de surface inférieures à 0,5 m<sup>2</sup> ne sont pas décomptées.  
Le paiement se fait sur base des postes suivants:

- comblement préalable des cavités: le prix, comprenant la fourniture, est établi au m<sup>3</sup> à combler; défini par le fond de la cavité et par la limite conventionnelle de la couche de mortier en section courante (trait pointillé de la figure I. 8.10.2.4.2)
- fourniture de mortier de catégorie I ou II.

Les contrôles spécifiques éventuels, prescrits par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du métré.

### **I. 8.12. INJECTIONS PONCTUELLES D'ETANCHEMENT**

#### **I. 8.12.1. DESCRIPTION**

L'étanchement par injection de résines traite localement la défaillance des joints et des fissures circulaires. La réparation n'est pas structurante, mais elle permet de reconstituer l'étanchéité du réseau.

#### **I. 8.12.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.12.2.1. MATERIAUX**

Deux résines sont fréquemment utilisées: une résine acrylique bi-composants (avec catalyseur) et une résine polyuréthane aquaréactive mono composant.

Les produits répondent aux critères de performances et de qualité définis dans les documents du marché.

Les fiches techniques reprenant les caractéristiques des produits mis en œuvre sont fournies avant le démarrage du chantier et sont soumises à l'approbation du fonctionnaire dirigeant. Les caractéristiques techniques de ces produits sont compatibles avec les matériaux constitutifs des tuyaux et/ou des joints.

##### **I. 8.12.2.2. EXECUTION**

###### **I. 8.12.2.2.1. CAS DES CONDUITES NON VISITABLES**

Afin de garantir une bonne adhérence du produit d'injection sur les parois de la fissure, un nettoyage préalable des surfaces à traiter est effectué avant l'intervention et, si nécessaire, les effluents sont dérivés par pompage.

L'injection s'effectue à l'aide d'un manchon spécial, de la manière suivante:

- le positionnement sur le défaut: un manchon d'injection est introduit dans la canalisation par un regard de visite. Il est tracté et positionné, sous le contrôle d'une caméra, face au défaut potentiel. Les deux cellules gonflables situées à l'extrémité du manchon sont mises sous pression afin d'isoler la zone à traiter. Un test d'étanchéité est effectué pour s'assurer de l'existence d'une défaillance avant d'injecter la résine.
- l'injection de résine: l'injection est pratiquée par l'intermédiaire le plus souvent d'une pompe volumétrique à double corps et à débit réglable. Les solutions sont préparées et pompées

séparément, elles se mélangent à la sortie du manchon. Une fois injecté, le mélange traverse les parties non étanches de la canalisation et se répartit dans le proche terrain environnant.

- la formation de l'anneau étanche: les résines injectées se gélifient. La réaction du mélange des deux composants aboutit à la formation d'un bourrelet à l'extérieur de la canalisation. Un nouveau test d'étanchéité permet de vérifier le succès de l'injection. En cas de besoin, un complément de résine est injecté. L'opération peut être ainsi répétée jusqu'à l'obtention d'une pression stable.

L'injection ne peut être exécutée à une température inférieure à la température minimale des essais d'homologation.

#### I. 8.12.2.2.2. CAS DES CONDUITES VISITABLES

Les injections d'étanchement dans le cas des conduites visitables sont réalisées conformément aux prescriptions des documents du marché.

#### I. 8.12.2.3. SPECIFICATIONS

La mise en œuvre doit être conforme aux spécifications techniques données par le fournisseur des produits et/ou aux spécifications complémentaires définies dans les documents du marché.

#### I. 8.12.2.4. VERIFICATIONS

##### I. 8.12.2.4.1. ESSAI PREALABLE A L'INJECTION

Il est recommandé de procéder à un essai préalable in situ afin de définir ou de valider une méthode d'injection. Cet essai est considéré comme faisant partie intégrante de la reconnaissance initiale de la structure.

Si l'essai n'est pas réalisé préalablement, il est réalisé au démarrage de la phase d'exécution.

Cet essai est destiné à fournir des informations sur le comportement du produit d'injection envisagé (injectabilité dans les fissures de la structure, durcissement et adhérence dans les conditions in situ...), la pression d'injection, l'absorption du produit, la prévision des volumes nécessaires.

##### I. 8.12.2.4.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION

Ils portent entre autres sur la largeur des fissures, leur taux d'humidité, l'appareillage pour l'injection, la pression d'injection, la conduite de l'injection et les conditions de température.

#### I. 8.12.2.5. PAIEMENT

Le paiement s'effectue au mètre linéaire injecté, en fonction du diamètre intérieur de la conduite, toutes opérations comprises.

Pour les résines en polyuréthane, on considère que la quantité forfaitaire est de:

- 3 litres par mètre linéaire pour  $DN \leq 800$  mm
- 5 litres par mètre linéaire pour  $800 \text{ mm} < DN \leq 1500$  mm
- 10 litres par mètre linéaire pour  $DN > 1500$  mm.

Pour les résines en acrylique, la quantité forfaitaire de résine à injecter est de:

- 6 litres par mètre linéaire pour  $DN \leq 800$  mm
- 10 litres par mètre linéaire pour  $800 \text{ mm} < DN \leq 1500$  mm
- 20 litres par mètre linéaire pour  $DN > 1500$  mm.

Si la quantité forfaitaire prévue initialement est dépassée, le paiement des suppléments s'effectue alors par un poste pour injection de quantités supplémentaires, au litre de résine injectée, toutes opérations comprises.

### I. 8.13. PROTECTION CONTRE LA CORROSION

La corrosion subie par les ouvrages en béton et les joints de maçonnerie est essentiellement d'origine biologique; elle résulte de l'action de l'acide sulfurique issu de la combinaison de l'H<sub>2</sub>S produit par la respiration des bactéries sulfato-réductrices. Le développement de cette flore bactérienne est favorisé par les facteurs température (> 20 °C), temps de séjour long, aération, marnage des effluents, etc. L'action de l'acide bio-sulfurique peut être redoutable. On rencontre les phénomènes les plus sévères notamment en aval des postes de refoulement et de relevage.

La corrosion peut également résulter du déversement accidentel d'effluents agressifs.

### **I. 8.13.1. PROTECTION CONTRE LA CORROSION AU MOYEN DE RESINE EPOXY ARMEE DE FIBRES**

#### **I. 8.13.1.1. DESCRIPTION**

Protection contre la corrosion par application d'une résine époxy sans solvant et renforcée par des fibres.

Le produit garantit une adhésion parfaite même sur un fond humide. Après durcissement, on obtient une couche de finition sans joint d'une haute qualité, même sur des briques.

#### **I. 8.13.1.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.13.1.2.1. MATERIAUX**

La résine époxy renforcée par des fibres et sans solvant est une résine époxy à deux composants prédosée par le fabricant.

##### **I. 8.13.1.2.2. EXECUTION**

La protection en résine époxy est appliquée sur une couche d'adhérence de même type (primer) et provenant obligatoirement du même fabricant.

Les matériaux sont prédosés avec des matériaux de remplissage inertes et des fibres, intégrés dans des résines époxy sans solvant.

Sauf prescriptions contraires dans les documents du marché, l'épaisseur minimale est de 3 mm.

La surface à protéger doit:

- avoir une température minimale de 5 °C
- être sablée (grenailée) de manière approfondie, enlèvement de toutes les parties effritées et abîmées; une adhérence de minimum 1,5 MPa est garantie sur un support en béton
- être nettoyée à haute pression et les parties qui se détachent doivent être enlevées.

Application du revêtement

Les étapes suivantes sont exécutées les unes après les autres:

- la surface à traiter est rincée à l'eau claire ou soufflée à l'air sous pression
- le lissage des irrégularités s'effectue comme suit:
  - jusqu'à 10 mm: utilisation du produit lui-même
  - de 10 à 50 mm: avec du mortier hydraulique
  - au-delà de 50 mm: la construction est ramenée à sa forme originale en utilisant le matériau du support même (maçonnerie, béton...)
- l'application d'une couche d'adhérence, aussi appelée primer, sur une épaisseur qui varie de 10 à 20 microns
- l'application de la résine époxy renforcée par des fibres sur une épaisseur minimale de 3 mm.

Des couches plus épaisses peuvent être prévues dans les documents du marché pour des travaux particuliers (ex: pression d'eau externe élevée, protection de structure en maçonnerie...). Dans ce cas, l'entrepreneur fournit une note de calcul justifiant l'épaisseur requise en fonction des pressions externes.

La surface finie doit être sans fissures, sans trous et sans cratères (= trous visibles résultant de l'évacuation d'une bulle d'air).

Dans certains cas, l'application peut être exécutée manuellement.

Le béton ou le mortier a un âge minimal de 14 jours avant d'être revêtu de résine époxy.

L'entrepreneur soumet obligatoirement un descriptif détaillé du produit et de sa mise en œuvre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

#### I. 8.13.1.2.3. SPECIFICATIONS

| Caractéristique                               | Prescription                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Résistance à la traction                      | Sur des éprouvettes de $\pm 6$ mm épaisseur: moyenne de 8 MPa.<br>Sur des éprouvettes de $\pm 12$ mm épaisseur: moyenne de 14 MPa. |
| Allongement à la traction                     | 4 %                                                                                                                                |
| Résistance à la compression                   | moyenne 44 MPa                                                                                                                     |
| Résistance à l'abrasion                       | indice d'abrasion: I = maximum 0,95.                                                                                               |
| Adhérence                                     | L'adhérence minimale est de 1,5 MPa                                                                                                |
| Résistance chimique                           | Trempé durant 12 jours à 20 °C dans une solution liquide d'un pH $\geq 1$ le produit ne montre aucune défaillance.                 |
| Résistance à la température                   | Pour des liquides: max. 40 °C continu.<br>Pour des gaz: max. 125 °C continu.                                                       |
| Profondeur de pénétration d'eau sous pression | complètement imperméable à une pression de (500 $\pm$ 50) kPa durant 72 $\pm$ 2 h.                                                 |

Tableau I. 8.13.1.2.3. Spécifications pour la protection contre la corrosion au moyen de résine époxy armée de fibres

#### I. 8.13.1.2.4. VERIFICATIONS

##### Contrôle visuel

La surface doit être sans fissures et sans trous.

##### Contrôle de l'épaisseur de la couche

Ce contrôle s'effectue en carottant dans la surface. L'épaisseur de la couche est mesurée pour chaque carotte à 4 endroits. La moyenne arithmétique de ces mesures donne l'épaisseur individuelle de la couche.

Chaque épaisseur individuelle est comprise entre 90 et 110 % de l'épaisseur nominale prescrite.

##### Test de traction

Ce test est exécuté pour mesurer l'adhérence à la surface rénovée de la résine époxy renforcée par des fibres. Il ne peut être exécuté qu'après une période de durcissement de 7 jours à 10 °C minimum.

Le test de traction comprend les étapes suivantes:

- nettoyage approfondi de la surface à tester
- séchage à l'acétone, si la surface est humide
- collage des têtes à brocher de 4 côtés de 5 x 5 cm.

Cela comprend:

- ponçage de la tête à brocher en métal (aluminium) avec du papier de verre à gros grain
- nettoyage de la tête à brocher
- utilisation d'une colle à deux composants méthyle méthacrylate
- le collage de la tête à brocher préalablement sablée et parfaitement dépoussiérée

- l'immobilisation momentanée de la tête à brocher grâce à un ruban adhésif solide ou une latte en bois jusqu'au durcissement de la colle (24 h).
- carottage autour de la tête à brocher, jusqu'à 5 mm au moins à l'intérieur du matériau sous-jacent grâce à une meule diamantée.

L'application d'une traction de 0 à 2 MPa, linéaire et sans interruption, pour une durée qui varie de 10 à 20 secondes. Le test se poursuit au même rythme jusqu'à la rupture. Il faut s'assurer que la traction s'applique horizontalement sur la tête à brocher.

#### Conditions requises

La valeur d'adhérence au support de la résine époxy renforcée par des fibres atteint individuellement au moins 1,5 MPa ou dépasse la cohésion du support.

#### Appréciation

- La traction lors de la rupture dépasse 1,5 MPa: le test est concluant.
- La traction lors de la rupture est inférieure à 1,5 MPa:
  - la surface de la rupture est située au niveau de la colle: le test n'est pas valable et doit être recommencé
  - la surface de la rupture est dans le support: le test est satisfaisant
  - la surface de la rupture se situe à plusieurs niveaux: la surface doit comprendre un quart du support pour que le test soit concluant.

#### Test d'abrasion

L'indice d'abrasion I est  $\leq 0,95$ .

#### I. 8.13.1.2.5. PAIEMENT

Au m<sup>2</sup> de surface traitée, toutes opérations comprises.

### **I. 8.13.2. PROTECTION CONTRE LA CORROSION AU MOYEN DE CARREAUX ET PANNEAUX EN GRES**

Voir [I. 8.9.](#)

Les joints secondaires sont en époxy.

### **I. 8.13.3. PROTECTION CONTRE LA CORROSION AU MOYEN DE MORTIERS "ANTI-CORROSION"**

#### **I. 8.13.3.1. DESCRIPTION**

Les ouvrages peuvent être efficacement protégés contre la corrosion par application de mortiers à base hydraulique (ciment). Ces matériaux assurent un bon accrochage sur les supports humides. Après durcissement, on obtient une couche de finition sans joint, y compris sur les ouvrages en briques maçonnés.

Cette méthode n'est réalisable que si la valeur résiduelle en compression  $R_c$  du béton de l'ouvrage est supérieure à 15 MPa.

#### **I. 8.13.3.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.13.3.2.1. MATERIAUX**

En raison de la nature des égouts, seuls les mortiers applicables en environnement humide seront retenus.

Le mortier ne doit pas subir de ségrégation en cours de travail.

Le ratio de mélange avec l'eau prescrit par le fabricant doit être respecté.

Une couche de minimum 10 mm est requise constituant de ce fait un véritable cuvelage étanche à plus de 0,05 MPa.

Les résistances mécaniques en compression et traction à 28 jours sont respectivement  $R_c > 30$  MPa et  $R_{tr} > 1,5$  MPa.

Le choix du mortier est soumis à l'approbation préalable du fonctionnaire dirigeant 15 jours avant la mise en œuvre.

#### I. 8.13.3.2.2. EXECUTION

Préparation:

- l'ouvrage est débarrassé de toutes particules friables, graisses, etc.
- il est préparé par décapage sous haute pression, hydro-sablage, sablage, bouchardage, piquage
- les trous sont au préalable réparés avec un mortier adapté, en général plus grossier; dans tous les cas, les ciments dits « prompts » et les ciments « fondus » sont interdits. La résistance à la compression à 28 jours,  $R_c$ , est  $> 40$  Mpa, et est toujours plus élevée que celle du mortier de cuvelage dont il est recouvert
- en cas de reprofilage préalable nécessaire, le même matériau que celui de cuvelage est employé selon les spécifications du fabricant.

Application:

- le mortier est:
  - soit appliqué manuellement
  - soit pompé et projeté par voie mouillée
  - soit projeté par centrifugation (I. 8.17).

#### I. 8.13.3.2.3. SPECIFICATIONS

- La valeur résiduelle en compression  $R_c$  du béton de l'ouvrage est testée, si possible au scléromètre; elle est  $> 15$  MPa.
- La résistance à la compression à 28 jours du mortier de réparation  $R_c$  est  $> 30$  Mpa.
- Traction-flexion  $R_{tr-fl}$  28j  $> 0,1 * R_c$  28j.
- Retrait/gonflement  $< 0,1$  % (conditions normales d'humidité et humidité  $> 90\%$ ).
- Résistance à la corrosion
  - I attaques acides très sévères pH 0 – pH 3 (corrosion bio-sulfurique pH 0 – pH 2)
  - II attaques acides fortes pH 3 – pH 4,5
  - III attaques acides pH  $> 4,5$Dans tous les cas, un test de résistance est requis; l'entreprise le présentera à la demande. Le test de référence est celui de l'armoire à gaz.
- Résistance aux sulfates: solution 29800 mg SO<sub>4</sub> et diffusion  $< 0,5$  mm/m.
- Vérification de résistance en présence de fluides organiques, si nécessaire.
- Résistance au gel: seulement en cas de parties d'ouvrages exposées aux conditions météorologiques.
- Résistance à l'abrasion, à la demande.

#### I. 8.13.3.2.4. VERIFICATIONS

- Contrôle de l'épaisseur mise en œuvre, par carottage.
- La valeur d'adhérence sur béton à 28 jours est contrôlée par essai de traction directe:  $R_{tr} \geq 1,5$  MPa,  $R_{trmin} \geq 1$  MPa (I. 8.13.1.2.4).

#### I. 8.13.3.2.5. PAIEMENT

Au m<sup>2</sup> de surface traitée, toutes opérations comprises.

### I. 8.14. TECHNIQUES DESTRUCTIVES

#### I. 8.14.1. DESCRIPTION

Les techniques destructives permettent de tuber une conduite usagée, quel que soit son état, avec un tube (PVC, PE, PEHD, PRV...) de même diamètre ou de diamètre supérieur, à partir des regards de visite et/ou de fouilles.

Par éclatement: destruction de l'ancienne conduite par une tête d'éclatement, avec poussée ou traction simultanée du tubage, à l'aide d'un dispositif mécanique adéquat.

Par broyage: destruction de l'ancienne conduite par un outil à mâchoires actionnées hydrauliquement, avec poussée ou traction simultanée du tubage.

#### I. 8.14.2. CLAUSES TECHNIQUES

##### I. 8.14.2.1. MATERIAUX

Les matériaux le plus souvent utilisés sont le polyéthylène haute densité (PEHD), le polychlorure de vinyl (PVC) et le polyester renforcé de fibres de verre (PRV), conformes au [C. 38.1.4.](#) Tout autre matériau est soumis à l'approbation préalable du fonctionnaire dirigeant.

La résistance mécanique des tuyaux doit être adaptée aux circonstances de pose et tenir compte des sollicitations particulières qui pourraient survenir (par ex. poinçonnement).

##### I. 8.14.2.2. EXECUTION

Une tête est poussée ou tractée à partir des regards de visite ou fouilles, et éclate la conduite existante.

Cette tête peut consister en un cône d'éclatement fixe, ou en un élargisseur-éclateur en « pétales », éventuellement à percussion, pouvant être contracté/dilaté hydrauliquement ou pneumatiquement.

Dans le cas de la méthode par broyage, la tête est constituée par un mandrin qui détruit par "grignotage" la conduite existante au fur et à la mesure de l'avancement.

Le train de tubes constituant la nouvelle conduite est mis en place à l'avancement.

Le tuyau existant est éclaté et comprimé dans le sol environnant, laissant la place à la conduite neuve.

La reprise des branchements se fait par l'extérieur: une fouille est réalisée à la hauteur du raccordement préalablement à la destruction de la conduite existante et ce branchement est également déconnecté. Ensuite, une ouverture suffisamment grande est réalisée dans le nouveau tuyau de manière à permettre ultérieurement le placement d'une pièce de piquage.

##### I. 8.14.2.3. SPECIFICATIONS

Dans tous les cas, le choix du nouveau tuyau (rapport largeur/épaisseur) fait l'objet d'un calcul suivant une méthode préalablement soumise à l'approbation préalable du fonctionnaire dirigeant.

##### I. 8.14.2.4. VERIFICATIONS

Les prescriptions du [I. 8.5.2.4](#) sont d'application.

##### I. 8.14.2.5. PAIEMENT

Pour la réalisation des puits et la mise en œuvre de la nouvelle canalisation, le paiement s'effectue conformément aux prescriptions du [I. 4.3.4](#). Le poste du métré est défini en fonction du diamètre de la nouvelle conduite à placer.

Les techniques destructives font l'objet de postes séparés au métré en fonction de la méthode employée et du diamètre du tuyau détruit.

### **I. 8.15. TUBAGE SANS ESPACE ANNULAIRE AU MOYEN DE TUBES EN PEHD CONTINUS PREDEFORMES (CLOSE-FIT LINING)**

#### **I. 8.15.1. PREDEFORMATION PAR PLIAGE EN USINE**

##### **I. 8.15.1.1. DESCRIPTION**

Le tube PEHD circulaire extrudé est plié à chaud en forme de C dans le sens longitudinal. Après refroidissement, le tube plié est enroulé sur un touret et transporté sur chantier. La diminution de section induite par le pliage atteint 30 %.

Grâce à cette réduction du diamètre apparent, le tube peut facilement être introduit par tractage dans la canalisation existante. Le tube inséré dans la conduite est ensuite réchauffé à l'aide de vapeur, de manière à réactiver l'effet « mémoire » du tube qui tend à reprendre sa forme circulaire initiale. L'accroissement de pression interne pendant la phase de refroidissement du tube entraîne un plaquage complet du tube contre les parois de l'ancienne conduite (Close-Fit).

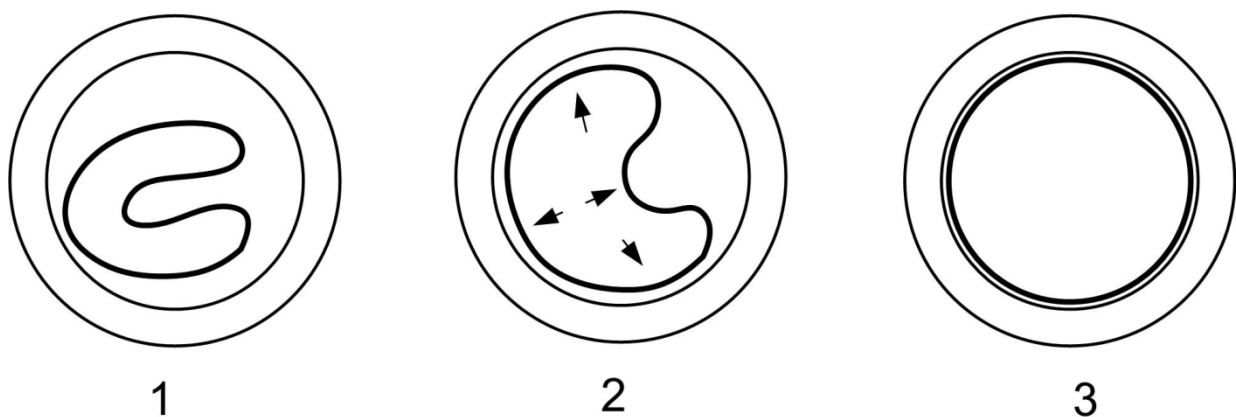


Figure I. 8.15.1.1. Effet mémoire des tubes PEHD prédéformés par pliage

##### **I. 8.15.1.2. CLAUSES TECHNIQUES**

###### **I. 8.15.1.2.1. MATERIAUX**

Les tuyaux sont en polyéthylène, contenant les additifs permettant de satisfaire aux spécifications du [C. 38.2.5](#) ainsi qu'aux spécifications complémentaires ci-après.

Le matériau de base doit au minimum être du PE 80 (MRS = 8 MPa).

Minimum Required Strength (MRS) = valeur minimum de la résistance hydrostatique à 20 °C à long terme (50 ans selon ISO/DIS 9080 SEM)

###### **I. 8.15.1.2.2. EXECUTION**

Pour la mise en œuvre de tubage sans espace annulaire continu au moyen de tubes en PEHD continus prédéformés (Close-Fit Lining), les travaux suivants sont successivement exécutés:

- curage haute pression préalable suivi d'une inspection par caméra
- fraisage ou décapage des obstacles éventuels (racines, raccordements trop pénétrants)
- nouveau curage haute pression et inspection caméra
- passage d'un témoin calibré au travers de la conduite
- positionnement du touret avec le tuyau en PEHD au niveau du puit d'entrée
- positionnement au niveau du puit de récupération d'un treuil d'une capacité de traction d'au moins 10 tonnes, pourvu d'un dispositif de limitation automatique de la force de traction

- insertion par tractage du tube prédéformé dans la canalisation existante, avec une vitesse maximale de 20 m/min
- raccordement du tube prédéformé au système de chauffe et réchauffement de l'intérieur du tube à la vapeur. L'effet mémoire permet au tube de retrouver sa forme circulaire d'origine. Durant le processus de dépliage du tube, les températures intérieure et extérieure à chaque extrémité du tube, ainsi que la pression sont mesurées et affichées en continu, et sont archivées pour une évaluation ultérieure
- refroidissement du tube par air sous pression. Cette opération a également pour but de plaquer le tube contre la paroi de l'ancienne structure (Close-Fit)
- traitement des extrémités du tube et contrôle du diamètre, du processus de dépliage et de l'épaisseur de paroi à ses extrémités
- pose des «points fixes» comme prescrit par le fabricant. Les points fixes servent à maintenir la nouvelle conduite PEHD en place. Généralement, on fixe le tuyau PEHD contre les extrémités de l'ancien tuyau en plaçant un manchon (électrosoudable ou à serrage mécanique) comme collerette de butée
- rétablissement des raccordements.

#### Traitement des raccordements

Les raccordements sont traités soit:

- par l'extérieur: une fouille est réalisée à la hauteur du raccordement. Ce dernier est alors déconnecté avant ou après la mise en place de la conduite PEHD. Ensuite, une ouverture suffisamment grande est réalisée dans le tuyau à rénover de manière à permettre ultérieurement le placement d'une selle de branchement
- par l'intérieur, soit au moyen d'un robot, soit manuellement dans les cas accessibles; l'étanchéité se réalise par plaques PEHD, pourvues d'éléments électrosoudables.

L'entreprise s'assure de la bonne adéquation de la selle de piquage à utiliser, en fonction du diamètre exact des tuyaux installés.

#### I. 8.15.1.2.3. SPECIFICATIONS

Les caractéristiques du composite à base de PEHD, sous forme de granulats, doivent satisfaire aux prescriptions reprises au tableau I. 8.15.1.2.3.a ci-dessous.

| Caractéristique                                                          | Prescriptions                                    | Paramètres d'essais                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Densité                                                                  | $\geq 930 \text{ kg/m}^3$                        | Cf. NBN EN ISO 1183                                                                                       |
| Résistance à la traction (sens longitudinal) jusqu'à la limite de fluage | $> 15 \text{ MPa}$                               | $e \leq 12 \text{ mm}$ : $100 \pm 10 \text{ mm/min}$<br>$e > 12 \text{ mm}$ : $25 \pm 2,5 \text{ mm/min}$ |
| Allongement à la rupture <sup>1</sup>                                    | $\geq 350 \%$                                    | NBN EN ISO 527-2, type 1B                                                                                 |
| Stabilité thermique – Temps d'induction à l'oxydation (OIT)              | $\geq 20 \text{ min.}$                           | 200 °C                                                                                                    |
| Indice de fluidité à chaud, en masse (MFR)                               | $0,2 \leq \text{MFR} \leq 1,1 \text{ g/10 min.}$ | 190 °C; m = 5 kg                                                                                          |
| Teneur en matière volatile                                               | $\leq 350 \text{ mg/kg}$                         | Cf. NBN EN 12099                                                                                          |

Tableau I. 8. 15.1.2.3.a. Spécifications pour les composites à base de PE, sous forme de granulats, utilisés pour les Close-Fit Linings

Les caractéristiques du composite à base de PEHD sous forme de tuyaux doivent satisfaire aux prescriptions reprises au tableau I. 8.15.1.2.3.b ci-dessous.

| Caractéristique                  | Prescriptions  | Paramètres d'essais                                                  |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|
| Résistance à la pression interne | Pas de rupture | 80 °C t $\geq 165 \text{ hrs.}$<br>PE 80: $\sigma = 4,6 \text{ MPa}$ |

|  |  |                                                    |
|--|--|----------------------------------------------------|
|  |  | 80 °C t ≥ 10.005 hrs.<br>PE 80: $\sigma = 4,0$ MPa |
|--|--|----------------------------------------------------|

Tableau I. 8.15.1.2.3.b. Spécifications pour les composites à base de PE, sous forme de tubes, utilisés pour les Close-Fit Linings

Aspect: à l'examen visuel, sans système d'agrandissement, les faces intérieure et extérieure du tuyau doivent être lisses, sans boursoufflure, rainure ou autre défaut de surface.

Enroulement: le tuyau est enroulé sur un touret et est livré ainsi sur chantier, suivant les prescriptions du fabricant.

Stockage: l'entreposage du tuyau ne peut dépasser 24 mois, de la date de fabrication à la date d'installation.

Caractéristiques géométriques: voir tableaux I. 8.15.1.2.3.c et I. 8.15.1.2.3.d ci-dessous.

| Diamètre nominal $d_n$ <sup>(1)</sup><br>(mm) | Dimensions des tuyaux produits avant pliage <sup>(2) (3)</sup><br>(mm – suivant NBN EN ISO 3126) |                         |                         |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                               | Diamètre extérieur<br>$d_{fab.}$ (mm)                                                            | Epaisseur de paroi      |                         |
|                                               |                                                                                                  | SDR 26                  | SDR 17,6                |
| 100                                           | 97                                                                                               | -                       | $6,2 \leq e \leq 7,4$   |
| 125                                           | 121                                                                                              | -                       | $7,7 \leq e \leq 9,1$   |
| 150                                           | 145                                                                                              | $6,3 \leq e \leq 7,6$   | $9,3 \leq e \leq 10,9$  |
| 200                                           | 194                                                                                              | $8,4 \leq e \leq 9,9$   | $12,3 \leq e \leq 14,3$ |
| 250                                           | 241                                                                                              | $10,5 \leq e \leq 12,3$ | $15,5 \leq e \leq 17,9$ |
| 300                                           | 289                                                                                              | $12,6 \leq e \leq 14,6$ | $18,6 \leq e \leq 21,3$ |
| 350                                           | 340                                                                                              | $14,6 \leq e \leq 16,9$ | $21,5 \leq e \leq 24,6$ |
| 400                                           | 385                                                                                              | $16,8 \leq e \leq 19,3$ | $24,8 \leq e \leq 28,3$ |
| 450                                           | 436                                                                                              | $18,8 \leq e \leq 21,6$ | -                       |
| 500                                           | 485                                                                                              | $20,8 \leq e \leq 23,8$ | -                       |

1) Les diamètres nominaux ci-dessus correspondent aux cas les plus fréquents, d'autres diamètres sont possibles.  
2) Les proportions SDR ci-dessus correspondent aux cas les plus fréquents, d'autres rapports de tailles sont possibles.  
3) Tolérance complémentaire sur l'épaisseur de la paroi, en accord avec NBN EN ISO 11296-3  
 $e_{m,max} = (1,12 e_{min} + 0,5)$  mm, arrondi au 0,1 mm supérieur.

Tableau I. 8.15.1.2.3.c. Dimensions AVANT pliage des tubes en PEHD utilisés pour les Close-Fit Linings

| Diamètre nominal $d_n$<br>(mm) | Série de diamètres extérieurs<br>(mm) | Epaisseur minimale de paroi<br>(mm – relativement au diamètre nominal <sup>(1)</sup> ) |          |
|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                |                                       | SDR 26                                                                                 | SDR 17,6 |
| 100                            | 97 – 104                              | -                                                                                      | 5,7      |
| 125                            | 121 – 129                             | -                                                                                      | 7,1      |
| 150                            | 145 – 155                             | 5,8                                                                                    | 8,6      |
| 200                            | 194 – 208                             | 7,7                                                                                    | 11,4     |
| 250                            | 241 – 258                             | 9,7                                                                                    | 14,2     |
| 300                            | 289 – 309                             | 11,6                                                                                   | 17,1     |

| Diamètre nominal $d_n$<br>(mm) | Série de diamètres<br>extérieurs<br>(mm) | Epaisseur minimale de paroi<br>(mm – relativement au diamètre nominal <sup>(1)</sup> ) |          |
|--------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                |                                          | SDR 26                                                                                 | SDR 17,6 |
| 350                            | 340 – 364                                | 13,5                                                                                   | 20,0     |
| 400                            | 385 – 412                                | 15,4                                                                                   | 22,8     |
| 450                            | 435 – 467                                | 17,4                                                                                   | -        |
| 500                            | 485 – 519                                | 19,3                                                                                   | -        |

1) Pour d'autres diamètres nominaux et/ou proportions SDR (voir tableau I.6) les exigences en matière d'épaisseur de paroi sont calculées suivant:  $e_{\min} = d_n/SDR$ ; arrondi au 0,1 mm supérieur.

Tableau I. 8.15.1.2.3.d. Dimensions après dépliage des tubes en PEHD utilisés pour les Close-Fit Linings

Caractéristiques physiques: voir tableau I. 8.15.1.2.3.e. ci-dessous.

| Caractéristique        | Prescriptions                                                            | Paramètres d'essais                                                                                                                                    | Méthode d'essais              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Retrait (longitudinal) | $\leq 3,5 \%$<br>Le tuyau ne peut présenter de bulle d'air ou de fissure | Température: 110 °C<br>Temps d'immersion pour:<br>$e_{\min} \leq 8$ mm: 60 min.<br>$8 < e_{\min} \leq 16$ mm: 120 min.<br>$e_{\min} > 16$ mm: 240 min. | NBN EN ISO 2505               |
| Effet mémoire          | PE 80:<br>$h \geq 0,75 d_{\text{fab.}}^{(1)}$                            | Température: 120 °C<br>Temps de conditionnement:<br>$60 \pm 1$ min.                                                                                    | NBN EN 14409-3 <sup>(2)</sup> |

1) Valeurs pour  $d_{\text{fab.}}$  suivant tableau I.7.  
2) Comme échantillon, prélever un tuyau de minimum 50 mm. Celui-ci doit être placé dans un four pour permettre le « dépliage » par effet mémoire. Après refroidissement, mesurer H comme indiqué à la figure I.5.

Tableau I. 8.15.1.2.3.e. Propriétés physiques des tubes en PEHD utilisés pour les Close-Fit Linings

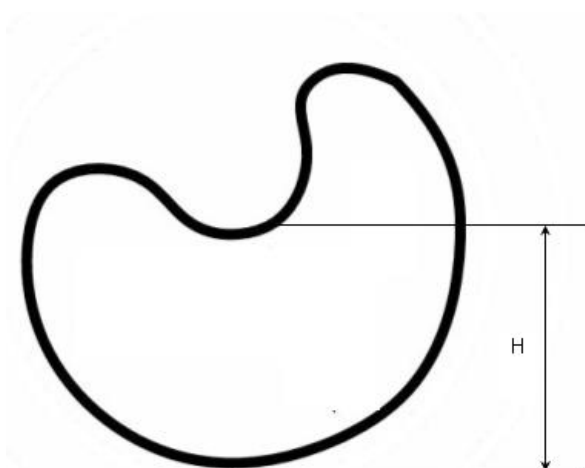


Figure I. 8.15.1.2.3. Mesure de l'effet mémoire des tubes PEHD pré déformés par pliage

Caractéristiques mécaniques: voir tableau I. 8.15.1.2.3.f. ci-dessous.

| Caractéristique    | Prescriptions                                                         | Paramètres d'essais   | Méthode d'essais |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|
| Rigidité annulaire | SDR 26: $\geq 4 \text{ kN/m}^2$<br>SDR 17,6: $\geq 16 \text{ kN/m}^2$ | Cf. NBN EN 12666-1+A1 | NBN EN ISO 9969  |
| Taux de fluage     | $\leq 5$                                                              | Cf. NBN EN ISO 9967   |                  |

Tableau I. 8.15.1.2.3.f. Propriétés mécaniques des tubes en PEHD utilisés pour les Close-Fit Linings

**I. 8.15.1.2.4. VERIFICATIONS**

- Inspection visuelle partielle ou totale de l'égout rénové.
- Contrôle de l'étanchéité à 0,05 MPa (en l'absence de branchements particuliers).

**I. 8.15.1.2.5. PAIEMENT**

Au mètre courant de canalisation traitée, en fonction du diamètre de la canalisation, y compris l'étanchement des regards de visite et ouvrages d'art.

Si des travaux préalables sont nécessaires comme l'exécution de puits d'accès, le paiement s'effectue conformément au [I. 4.3.2.4.](#)

La réouverture des raccordements particuliers, leur étanchement et éventuellement la pièce de piquage font l'objet de postes séparés du mètre.

Le contrôle visuel par caméra et les autres contrôles spécifiques éventuels, prescrits par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du mètre.

**I. 8.15.2. PREDEFORMATION PAR ETIREMENT LONGITUDINAL OU COMPRESSION RADIALE SUR SITE****I. 8.15.2.1. DESCRIPTION**

La technique consiste à introduire, par traction, un tuyau en polyéthylène (PE) de diamètre équivalent à celui de la conduite existante. Le diamètre du tuyau en PE est réduit sur chantier de 5 à 15% du diamètre d'origine par étirement longitudinal ou par compression radiale, afin d'être plus aisément tiré dans la conduite à rénover. Une fois installé, le tuyau est soumis à une pression d'eau qui lui rend sa forme initiale et lui assure un contact parfait avec les parois de l'ancienne conduite. Cette déformation peut se faire à froid pour les faibles diamètres (< 300 mm) par passage du tuyau en filière conique sans chauffe, et à chaud pour les diamètres supérieurs par passage en filière conique avec chauffe superficielle de l'extrados du tube à environ 80 °C.

**I. 8.15.2.2. CLAUSES TECHNIQUES****I. 8.15.2.2.1. MATERIAUX**

Les prescriptions sont définies par les documents du marché.

**I. 8.15.2.2.2. EXECUTION**

Les prescriptions sont définies par les documents du marché.

**I. 8.15.2.2.3. SPECIFICATIONS**

Les prescriptions sont définies par les documents du marché.

**I. 8.15.2.2.4. VERIFICATIONS**

- Inspection visuelle partielle ou totale de l'égout rénové.
- Contrôle de l'étanchéité à 0,05 MPa (en l'absence de branchements particuliers).

#### I. 8.15.2.2.5. PAIEMENT

Au mètre courant de canalisation traitée, en fonction du diamètre de la canalisation, y compris l'étanchement des regards de visite et ouvrages d'art.

Si des travaux préalables sont nécessaires comme l'exécution de puits d'accès, le paiement s'effectue conformément au [I. 4.3.2.4.](#)

La réouverture des raccordements particuliers, leur étanchement et éventuellement la pièce de piquage font l'objet de postes séparés du métré.

Le contrôle visuel par caméra et les autres contrôles spécifiques éventuels, prescrits par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du métré.

### I. 8.16. INJECTIONS POUR STABILISATION DU SOL ET/OU COMblement DE CAVITES AUTOUR DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

#### I. 8.16.1. DESCRIPTION

Injection de cavités à l'extérieur des ouvrages ou sous la voirie.

La cavité est comblée après approbation et sous contrôle du fonctionnaire dirigeant.

Ces injections peuvent être effectuées:

- par la surface
- depuis l'intérieur de l'ouvrage.

#### I. 8.16.2. CLAUSES TECHNIQUES

##### I. 8.16.2.1. MATERIAUX

Coulis de ciment

Le remplissage des cavités depuis la surface est réalisé à l'aide d'un mortier pompable à grande fluidité.

Il est composé de ciment additionné de matière pouzzolanique, de sable et éventuellement d'agents stabilisateurs et fluidifiants.

Sa résistance à la compression sur cube à 28 jours est de minimum 12 MPa.

Ce mortier doit pouvoir s'écouler par simple gravité.

Résine de polyuréthane

Il s'agit d'une résine à 2 composants sans solvant pour étanchement dans les constructions souterraines, répondant aux spécifications suivantes:

- basse viscosité
- durcissement sous l'eau
- très flexible après durcissement
- injectable de 0 à 50 °C
- agrément pour eau potable
- résiste à une pression constante d'eau
- pores fermés en contact avec l'eau, effet durable d'étanchéité.

En cas de nappe "coulante", l'utilisation de résine de polyuréthane est interdite.

##### I. 8.16.2.2. EXECUTION

L'injection est réalisée sous contrôle du fonctionnaire dirigeant.

#### I. 8.16.2.2.1. INJECTION DE COULIS DE CIMENT DEPUIS LA SURFACE

Le volume injecté est déterminé en considérant que 1 tonne de matière d'injection sèche donne 0,8 m<sup>3</sup> de mortier en place. L'injection se fait à basse pression (0,1 MPa maximum).

#### I. 8.16.2.2.2. INJECTION AU TRAVERS DES PAROIS DE L'OUVRAGE

Injection, au coulis de ciment ou à l'aide de résine de polyuréthane, au travers des parois de l'ouvrage, de part et d'autre des pieds droits, à une hauteur fixée par les documents du marché sur base du diagnostic préalable tel qu'un essai radar.

Les injections sont réalisées suivant un plan de calepinage soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant (par ex. 2 injections par mètre courant d'ouvrage). La validation du plan de calepinage est effectuée à partir d'une planche d'essai de 5 mètres, avec vérification du bon remplissage à l'aide de carottages.

La pression d'injection est adaptée aux circonstances et est de 2 MPa au minimum.  
L'injection est continuée jusqu'à la sortie du produit par l'injecteur voisin.

#### I. 8.16.2.3. SPECIFICATIONS

Résine polyuréthane: [I. 8.12.2.3.](#)

#### I. 8.16.2.4. VERIFICATIONS

Les prescriptions du [I. 8.12.2.4.](#) sont d'application.

#### I. 8.16.2.5. PAIEMENT

##### I. 8.16.2.5.1. INJECTIONS DE COULIS DE CIMENT DEPUIS LA SURFACE

Les injections sont payées au m<sup>3</sup> injecté. Le prix comprend également:

- la réalisation éventuelle d'ouvertures dans la voûte de l'ouvrage ou de regards
- les remblais et déblais, rendus nécessaires par celle-ci
- les fermetures nécessaires et toutes les mesures à prendre pour écouler l'eau
- la fermeture en béton des ouvertures effectuées dans l'ouvrage.

##### I. 8.16.2.5.2. INJECTIONS AU TRAVERS DES PAROIS DE L'OUVRAGE

Les injections en polyuréthane sont payées au litre injecté, de produit non expansé, tandis que les injections de coulis de ciment sont payées au m<sup>3</sup> injecté. Le prix comprend également:

- le nettoyage des zones à injecter
- l'analyse et inspection des parois, taux d'humidité
- le choix du type d'injecteur approprié
- le repérage des armatures éventuelles
- le forage des trous d'injection au travers de toute la paroi et fondation éventuelle
- le mélange homogène des deux composants de la résine selon les proportions prescrites par le fabricant
- l'enlèvement des injecteurs après durcissement du produit et remplissage des trous d'injection avec du mortier hydraulique rapide.

### I. 8.17. REPARATION OU RENOVATION DES REGARDS DE VISITE (ET AUTRES OUVRAGES SIMILAIRES)

#### I. 8.17.1. DESCRIPTION

Ce chapitre s'applique également aux postes de relèvement et de refoulement. La réhabilitation de ces ouvrages comprend:

- la préparation du support par décapage
- la préparation de l'ouvrage
- l'application d'un enduit plus ou moins épais en fonction de la finalité recherchée: étanchéité, anticorrosion, restructuration.

Il est préconisé de reprendre au préalable le scellement des plaques d'égout.

## **I. 8.17.2. CLAUSES TECHNIQUES**

### **I. 8.17.2.1. MATERIAUX**

Il existe 2 possibilités d'enduit:

- de type à liant hydraulique (mortier), applicable à la main, à la pompe en voie mouillée ou par projection centrifugée. La projection en voie sèche et les mortiers de résine ne sont pas autorisés
- de type "résine"; la compatibilité d'application et d'adhérence avec les atmosphères et les supports humides est vérifiée (I. 8.13.1).

La qualité est à justifier en fonction de la nature de l'effluent et de l'environnement au minimum via une déclaration du producteur (fiche technique).

L'enduit appliqué est compatible avec les supports humides. Il répond aux prescriptions suivantes:

- étanchéité à 0,05 MPa; l'épaisseur appliquée sera choisie en tenant compte de cette exigence
- anticorrosion aux gammes de pH des effluents rencontrés (à préciser dans les documents du marché) et plus particulièrement à  $5 < \text{pH} < 9$  pour les eaux résiduaires urbaines
- granularité fine (0-4 mm) sans que son D max ne soit  $> 1/3$  épaisseur appliquée
- sans retrait
- résistant à l'action des sels de déneigement
- pour des raisons pratiques (espace disponible en milieu urbain) et techniques (régularité et rigueur des dosages), seul l'emploi de mortiers manufacturés est autorisé
- granulats durs
- restructuration éventuelle, celle-ci sera démontrée par note de calcul.

### **I. 8.17.2.2. EXECUTION**

- Spécificité de l'application d'enduit en ouvrages confinés:  
un collecteur d'assainissement ne constitue pas un site accueillant pour un chantier. L'exécution des travaux doit tenir compte de cette spécificité. La technique employée devra tenir compte de l'exiguïté des regards de visite et de l'inconfort à évoluer dans une « cheminée verticale » surtout dans le cas où des protections respiratoires seront à employer (cas des résines). Pour cette raison, on préférera les enduits à base hydraulique.
- Préparation du support:  
le support (béton, maçonnerie de briques ou de pierres) est débarrassé de toutes parties friables, graisses, "bio-film" par hydro-décapage, sablage, hydro-sablage. Le résultat de cette préparation est apprécié au scléromètre ( $R_{c \text{ min. } 15 \text{ MPa}}$ ) quand ceci est possible (surface plane) et au minimum au pic par pas de 50 cm. L'effacement du bio-film est contrôlé par grattage.
- Traitement des infiltrations:
  - les infiltrations d'eau sont traitées au préalable afin de permettre l'application de l'enduit. Pour des raisons pratiques, dans le cas de nombreuses infiltrations ténues, l'entreprise peut traiter les infiltrations après l'enduit
  - étanchement des infiltrations majeures avec des mortiers dits «stop-fuites». L'emploi de ciment dit « prompt » est interdit en raison de sa très faible résistance mécanique et donc de son incompatibilité à recevoir un enduit ultérieur
  - injections d'étanchement en prenant soin, dans le cas de résine d'injection (PU ou acrylique), d'en éliminer toute trace des parois (I. 8.12).
- Préparation de l'ouvrage:

- remplissage des défauts majeurs (cavités, joints très ouverts) avec un mortier de ragréage de  $R_c > 15$  MPa au moment de l'application de l'enduit sur celui-ci et de  $R_c$  à 28 jours  $> 30$  MPa
- au besoin, les zones autour des entrées des canalisations sont reconstituées
- température du support supérieure ou égale à 5 °C pour les mortiers, à température compatible avec le point de rosée pour les résines
- en cas de support de maçonnerie, les joints creux sont comblés
- les branchements en parois et les canalisations sont momentanément obturés. Tous les écoulements sont remis en service endéans les 4 heures. Dans la mesure du possible
- d'une manière générale, les travaux peuvent être menés avec maintien de l'écoulement des effluents de la canalisation dans la mesure où il n'y a pas marnage de ceux-ci. Dans le cas contraire, le montage d'un by-pass ou l'arrêt d'un poste en aval est éventuellement requis et dans ce cas pour une période limitée définie par les documents du marché.

#### Mise en œuvre de l'enduit

L'enduit est appliqué à la main, à la pompe en voie mouillée ou par centrifugation, en épaisseur minimale de 8 mm

Les parois sont mouillées juste avant l'application de l'enduit de mortier.

En cas d'application à la main, pour atteindre l'épaisseur minimale, les couches seront appliquées « frais sur frais ». Ce mode d'application est limité aux petites surfaces.

Après un arrêt prolongé (W-E, vacances...), la surface est systématiquement remouillée avant application des couches suivantes.

#### Projection en voie mouillée:

Le mortier est amené sur la surface à projeter via un flexible, projeté par pulvérisation sur la paroi et compacté par l'énergie de l'impact.

En réhabilitation de regard de visite, la projection en voie mouillée à flux dense est principalement employée. En flux dense, l'air est amené juste à la sortie de la lance de projection.

#### Projection centrifugée:

Le mortier est pompé dans un flexible jusqu'à une tête tournante à palettes qui par centrifugation projette le mortier contre la paroi; ceci permet d'obtenir une grande compacité de l'enduit. Cette technique peut être employée en ouvrage vertical ou en canalisation.

#### Enduit de résine: [I. 8.13.2.2.](#)

La résine est soit appliquée en plusieurs couches à la brosse ou soit projetée au pistolet.

| Domaine d'application                                                                                                                                                                |                                                                                                              | Enduit manuel   | Enduit projeté  | Projection centrifugée          | Enduit de résine |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|------------------|
| Regards ou autres                                                                                                                                                                    | - Dégâts:<br>- corrosion<br>- infiltrations <sup>(1)</sup><br>- portions manquantes de voiles <sup>(2)</sup> | +<br>(+)<br>(+) | +<br>(+)<br>(+) | +<br>(+)<br>(+)                 | +<br>(+)<br>-    |
|                                                                                                                                                                                      | - restructuration                                                                                            | +               | +               | +                               | -                |
|                                                                                                                                                                                      | - reprofilage                                                                                                | + si visitable  | + si visitable  | + jusqu'à DN 2500; si visitable | -                |
| + applicable<br>(+) application limitée<br>- pas applicable<br><br>1) en cas d'infiltration, elle doit être étanchée avant enduit<br>2) le profil doit être reconstitué avant enduit |                                                                                                              |                 |                 |                                 |                  |

### I. 8.17.2.3. SPECIFICATIONS

- Présence et nature de l'effluent:

La composition du mortier est adaptée à la nature de l'effluent (types de ciment, fillers, cendres volantes, fumées de silice...) et est soumise à l'approbation préalable du fonctionnaire dirigeant.

- Mortiers:

- dans le cas d'un enduit projeté, le talochage/lissage n'est pas préconisé car il tend à décompacter l'enduit frais; un simple brossage peut être demandé
- dans le cas d'une projection par centrifugation, l'enduit projeté présente un aspect «peau d'orange». Afin de conserver sa compacité, la surface n'est pas retravaillée.

- Résine: (I. 8.13.1)

- primer et résine sont parfaitement compatibles entre eux
- épaisseur de la couche: 5 mm minimum
- la température du support est compatible avec le point de rosée.

### I. 8.17.2.4. VERIFICATIONS

Mortier:

- contrôle visuel de l'aspect de l'enduit
- essai sonique au marteau sur toute la hauteur par pas de 50 cm
- confection préalable de carottes pour essai de compression  $R_c$  à 28 jours  $\geq 30$  N/mm<sup>2</sup> et de traction/flexion  $R_{tr}$  à 28 jours  $\geq 1,5$  N/mm<sup>2</sup>
- essai d'étanchéité après obturation des canalisations et branchements.

Résine: (I. 8.13.2.4)

- contrôle visuel de l'aspect de l'enduit
- contrôle d'épaisseur minimale
- adhérence: essai de traction directe sur feuil
- essai d'étanchéité après obturation des canalisations et branchements.

### I. 8.17.2.5. PAIEMENT

Les réparations sont payées à la pièce, par ouvrage réparé, en fonction des caractéristiques géométriques (profondeur et section) et du matériau existant (maçonnerie de briques, de pierres, ouvrages en béton coulé en place ou éléments préfabriqués).

Les documents du marché précisent la section des regards à réparer.

## I. 8.18. REPARATION OU RENOVATION DES BRANCHEMENTS ET RACCORDEMENTS

### I. 8.18.1. DESCRIPTION

On distingue:

- le branchement: canalisation destinée à véhiculer les eaux usées et/ou les eaux de surface depuis l'origine (immeuble particulier, avaloir) jusqu'à la canalisation principale ou au regard de visite
- le raccordement: point de jonction (piquage) du branchement avec la canalisation principale ou un regard de visite.

Le branchement est préalablement inspecté par caméra.

Les techniques de réparation de branchements sont:

- le chemisage (par réversion ou tracté)
- le remplissage fill-in avec un coulis ou une résine sur petites longueurs (max. 5 m).

Les techniques de réhabilitation de raccordement sont:

- injection directe de mortier ou de résine au moyen d'un coffrage provisoire
- pose d'un chapeau interne collé au moyen d'un coffrage provisoire.

Domaines d'application des techniques de réparation de raccordements:

- diamètres: canalisation principale min DN150 mm, branchement: min DN 100 mm
- distance au plus loin du point traité: 50 mètres
- profondeur de branchement réhabilitée:
  - en injection de mortier, jusque 20 cm
  - en injection de résine, jusque 10 cm
  - chapeau, jusque 8 cm.

## **I. 8.18.2. CLAUSES TECHNIQUES**

### **I. 8.18.2.1. MATERIAUX**

Le branchement:

- par chemisage: (I. 8.4.2.1)
- par remplissage de coulis ou résine:
  - le coulis de ciment avec Rc à 1 jour  $\geq 8$  MPa, à 28 jours  $\geq 35$  Mpa
  - la résine est de type bi-composant. Les caractéristiques sont définies par les documents du marché.

Le raccordement:

- mortier d'injection: Rc à 1 h  $\geq 3$  MPa; à 1 jour  $\geq 7$  MPa; à 28 jours  $\geq 70$  MPa, Rtr-fl à 1h  $\geq 1$  MPa, à 28 jours  $\geq 6$  MPa. Il est fibré avec de la fibre de verre alcali-résistante
- résine d'injection: les caractéristiques sont définies par les documents du marché (époxy ou polyuréthane)
- le chapeau est en feutre et est imprégné, lors de la mise en œuvre, de résine réactive de type époxy ou polyester.

### **I. 8.18.2.2. EXECUTION**

Le branchement:

On veille à la limitation de l'épaisseur du produit placé afin de rester dans les limites hydrauliques existantes.

Après l'éventuelle opération de fraisage préalable, l'entreprise procède à une inspection par caméra conformément aux prescriptions du I. 10. Il en est de même après réhabilitation.

- chemisage: (I. 8.4.2.2)
- remplissage fill-in: le coulis ou la résine est coulé par gravité dans le branchement préalablement obturé qui est ensuite mis sous pression afin de faire pénétrer le produit par les joints et fissures dans le sol jusqu'au refus. La pression reste au choix de l'entreprise mais doit être au minimum de 0,05 MPa maintenue entre 1 à 2 minutes par mètre de branchement. Le produit en surplus est ensuite récupéré. Dans tous les cas, la canalisation est dégagée de tout obstacle et/ou résidu d'injection par tout moyen adapté. Un ultime fraisage est éventuellement pratiqué afin d'éliminer tout résidu d'injection durci.

Le raccordement:

au préalable, quelle que soit la technique choisie, l'entrée du branchement est fraisée afin de renforcer l'accrochage "mécanique" du produit de réparation.

Le traitement du raccordement:

- réhabilitation par injection directe de coulis ou de résine au moyen d'un coffrage provisoire: cette technique sera mise en œuvre à l'aide de coffrage(s) provisoire(s) maintenu(s) en place durant le durcissement du matériau injecté
- dans le cas d'un mortier hydraulique injecté, le coffrage fait en général partie d'un robot d'injection, maintenu en position dans l'ouvrage, et équipé d'un obturateur qui est gonflé et déployé à distance dans le branchement. L'encombrement du robot permet en général de travailler dans la

canalisation principale sous effluents entre h/4 et h/3 de remplissage. Au-delà, l'obturation de la canalisation est rendue nécessaire. L'injection est effectuée par pompage à partir d'une unité d'injection de mortier. Cette technique permet d'injecter de 5 à 15 kg en moyenne de mortier fibré très thixotrope. Au besoin, l'injection « insuffisante » peut être complétée aussitôt en remixant une quantité estimée de mortier qui est injectée. Cette technique est restructurante

- dans le cas d'une injection de résine, celle-ci est embarquée sur le robot après avoir procédé à un mélange des divers composants; le volume embarqué est généralement limité à 5 litres. Ensuite, elle est soit injectée avec un robot d'injection, maintenu en position dans l'ouvrage, et équipé d'un obturateur qui est gonflé et déployé à distance dans le branchement, soit au travers de coffrages circulaires ajustables au diamètre de la canalisation et préalablement disposés au droit des raccordements. Dans ce cas, les coffrages récupérables (après un délai compris entre 5 et 8h) sont déposés le jour suivant. Dans la mesure où la quantité de matériau injecté est limitée (env. 5 litres), cette technique est seulement confortante (c-à-d qu'elle participe à la tenue mécanique de la structure mais que sa contribution ne peut être déterminée précisément)
- réhabilitation du raccordement par pose d'un chapeau: cet accessoire est posé à l'aide d'un coffrage provisoire, le plus souvent un obturateur développé dans l'entrée du branchement. La mise en œuvre doit garantir l'adhérence du chapeau sur les matériaux existants.

#### **I. 8.18.2.3. SPECIFICATIONS**

Réparation du branchement par chemisage: les prescriptions du [I. 8.4.2.3](#) sont d'application.

Réparation du branchement par injection: les prescriptions du [I. 8.17.2.4](#) sont d'application

#### **I. 8.18.2.4. VERIFICATIONS**

Le branchement:

Par inspection caméra (par le regard de visite, par la boîte de branchement ou par caméra satellite au départ du collecteur)

Test d'étanchéité: sur la globalité du tronçon de canalisation principale, entre 2 regards de visite, en incluant les branchements. Les critères d'appréciation sont repris dans la NBN EN 1610 (essais à l'air ou à l'eau) et sont décrits au [I. 2.4.](#)

Le raccordement:

L'entreprise procède à une prise de photo avant et après traitement.

Test d'étanchéité: sur la globalité du tronçon de canalisation principale, entre 2 regards de visite, en incluant les branchements. Les critères d'appréciation sont repris dans la NBN EN 1610 (essais à l'air ou à l'eau) et sont décrits au [I. 2.4.](#)

#### **I. 8.18.2.5. PAIEMENT**

Le branchement:

- la réparation est payée au mètre de branchement, en fonction des diamètres des branchements précisés par les documents du marché
- les changements de station et l'aménée et le repli du matériel constituent une charge d'entreprise.

Le raccordement:

- un forfait par aménée/repli de matériel
- les réparations sont payées à la pièce en fonction des diamètres des raccordements précisés par les documents du marché.

Le contrôle visuel par caméra et les autres contrôles spécifiques éventuels, définis par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du métré.

### **I. 8.19. REPARATION DES RADIERS PAR PISTONNAGE DE MORTIER**

#### **I. 8.19.1. DESCRIPTION**

Cette technique est mise en œuvre afin de réparer les radiers dégradés par attaque chimique, par dissolution ou par abrasion. Elle est appliquée soit en finalité soit avant re-lining. La méthode

concerne les canalisations non visitables, généralement pour des conduites jusqu'à 800 mm. Elle consiste dans le pistonnage de mortier rapide entre deux regards de visite à l'aide d'un jeu de coupelles ou d'un piston de mousse. En général, plusieurs passages sont nécessaires afin de reconstituer l'épaisseur manquante de radier.

## **I. 8.19.2. CLAUSES TECHNIQUES**

### **I. 8.19.2.1. MATERIAUX**

Le matériau est un mortier à base de ~~liant hydraulique HSR~~ **ciment à haute résistance aux sulfates selon la NBN B 12-108 (C. 8.)**, dont les caractéristiques sont soumises à l'approbation du fonctionnaire dirigeant. Il est conforme aux spécifications suivantes:

- vitesse de durcissement rapide: durcissement dès 45 minutes
- résistance à court terme:  $R_c 4h \geq 4 \text{ MPa}$ , 1 jour  $\geq 10 \text{ MPa}$ , 28 jours  $\geq 50 \text{ MPa}$
- adapté aux eaux usées.

**(d'application à partir du 01/01/2023)**

### **I. 8.19.2.2. EXECUTION**

- Curage préalable soigné avec élimination des obstacles; en cas de disparition totale du radier, le curage sera mené à pression et débit modérés.
- Inspection caméra préalable.
- Pistonnage par une des deux méthodes suivantes:
  - soit pistonnage par paquets de mortier déversé dans le regard amont
  - soit pistonnage et pompage simultané du mortier à vitesse plus réduite.

Le pistonnage est mené à vitesse lente et constante, adaptée à la consistance du mortier.

Selon la finalité recherchée, les pistons employés permettent l'étalement et/ou le lissage du mortier sur la hauteur dégradée; leur forme et leur consistance sont adaptées en conséquence.

Le délai de remise en service est adapté au mortier.

Si l'étanchéité de la canalisation doit être restituée, l'application complémentaire d'un chemisage ([I. 8.4](#)) est envisagée.

### **I. 8.19.2.3. SPECIFICATIONS**

L'obturation du tuyau et la dérivation éventuelle des effluents permettent d'éviter qu'un filet d'eau ne coule sur le mortier de réparation frais.

Sauf prescription contraire dans les documents du marché, la vérification du résultat obtenu se base sur la reconstitution du profil initial de la canalisation, avec une tolérance de  $\pm 1 \text{ cm}$ .

### **I. 8.19.2.4. VERIFICATIONS**

La vérification s'effectue par inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout rénové, effectuée conformément au [I. 10](#).

### **I. 8.19.2.5. PAIEMENT**

Le paiement s'effectue au  $\text{m}^3$  de mortier mis en œuvre, en fonction des diamètres des conduites à traiter précisé par les documents du marché.

Le contrôle visuel par caméra et les autres contrôles spécifiques éventuels, prescrits par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du mètre.

## **I. 8.20. REPARATIONS PONCTUELLES**

Les documents du marché définissent les clauses techniques, ainsi que les modalités en matière de vérification et de paiement.

## I. 8.21. MANCHETTE MECANIQUE INOX

### I. 8.21.1. DESCRIPTION

Procédé de réhabilitation ponctuelle par l'intérieur, de canalisations d'assainissement gravitaires par introduction et plaquage durable d'une manchette élastomère (EPDM) munie de nervures extérieures par un feuillard de tôle d'acier inoxydable doté d'une crémaillère mécanique.

En fonction des diamètres et du domaine d'emploi les longueurs des manchettes varient de 400 à 500 mm.

Ce procédé est destiné à la réhabilitation ponctuelle de canalisations et collecteurs d'assainissement cylindriques utilisés pour véhiculer gravitairement des eaux usées domestiques.  
Le procédé peut également être employé pour l'obturation de raccords désaffectés.

### I. 8.21.2. CLAUSES TECHNIQUES

#### I. 8.21.2.1. MATERIAUX

Le système comprend 3 composants principaux: la manchette, le renfort intérieur et le système d'expansion, et le mécanisme de verrouillage.

##### I. 8.21.2.1.1. MANCHETTE

La manchette élastomère est fabriquée en EPDM, par moulage monobloc.

Les caractéristiques de la matière sont conformes aux caractéristiques ci-après.

Les caractéristiques de l'EPDM sont conformes aux spécifications à la NBN EN 681-1 (classe WC) à l'exception de la dureté.

| Caractéristiques                                              | Norme      | Spécifications |
|---------------------------------------------------------------|------------|----------------|
| Classe de dureté (DIDC)                                       | ISO 48     | 29 ± 5         |
| Résistance à la traction (MPa)                                | ISO 37     | ≥ 9            |
| Allongement à la rupture (%)                                  |            | ≥ 400          |
| Déformation rémanente après compression                       | ISO 815-2  |                |
| - 72h à 23°C (%)                                              |            | ≤ 12           |
| - 24h à 70 °C (%)                                             |            | ≤ 20           |
| - 72 h à -10°C (%)                                            |            | ≤ 40           |
| Vieillessement accéléré dans l'air:                           | ISO 188    |                |
| - Variation de dureté (%)                                     |            | +8/-5          |
| - Variation de résistance à la traction (%)                   |            | ≤ -20          |
| - Variation d'allongement à la rupture (%)                    |            | +10/-30        |
| Relaxation de contrainte maxi.                                | ISO 3384-1 |                |
| - 7 j à 23 °C (%)                                             |            | ≤ 13           |
| - 100 j à 23°C (%)                                            |            | ≤ 19           |
| - Relaxation de contrainte maxi. par décade logarithmique (%) |            | ≤ 5,1          |
| Variation de volume dans l'eau (%)                            | ISO 1817   | +8/-1          |

##### I. 8.21.2.1.2. RENFORT INTERIEUR

Le renfort est fabriqué à partir de tôle d'acier inoxydable de nuance 1.4404 au sens de la NBN EN 10088-2 découpée puis formée. Les encoches permettant l'engrènement de la roue dentée (crémaillère) sont découpées par usinage.

#### I. 8.21.2.1.3. SYSTEME D'EXPANSION ET MECANISME DE VEROUILLAGE

Les éléments mécaniques du mécanisme de verrouillage sont usinés à partir d'acier inoxydable de nuance 1.4305 au sens de la NBN EN 10088-2. Le mécanisme de verrouillage est assemblé sur le renfort intérieur par rivetage.

#### I. 8.21.2.2. EXECUTION

La canalisation à rénover doit être nettoyée de sorte que l'on puisse parfaitement visualiser le défaut à réparer.

Le manchon sur lequel est positionnée la manchette est gonflé de sorte à ouvrir la crémaillère. Un mécanisme de blocage permet au feuillard de maintenir la manchette dans la position expansée et à sceller ainsi définitivement le joint contre la paroi de la canalisation à rénover. Ce système est totalement mécanique et fonctionne sur base de la compression de la manchette élastomère par le feuillard en acier inoxydable, sans intervention de colle ou de résine.

##### I. 8.21.2.2.1. POSITIONNEMENT

- La manchette et son renfort doivent être installés sur le chariot correspondant à la section nominale de la canalisation à rénover.
- Il faut veiller à positionner le mécanisme de blocage au sommet de la section de conduite à rénover.
- L'ensemble est introduit à l'intérieur de la canalisation au niveau d'un regard.
- En appliquant une pression d'environ 0,5 bar, le packer doit être suffisamment gonflé pour immobiliser la manchette
- Le chariot doit être introduit dans la conduite et positionné à l'endroit à rénover sous contrôle de la caméra.

##### I. 8.21.2.2.2. MISE EN PRESSION

- Dès que le dispositif est positionné, la pression d'air dans le packer doit être augmentée pour passer de 0,5 à 1,5 bar.
- La manchette est élargie jusqu'à ce qu'elle vienne se placer contre la surface interne du tuyau à rénover.
- Après un appui réussi de la manchette, il faut réduire la pression du packer pour que celui-ci puisse être déplacé au centre de la zone du premier tendeur.
- La pression du packer doit être ensuite augmentée pour atteindre une valeur comprise entre 3 et 5 bars en fonction de la nature du défaut, du matériau et de type de packer. Ceci provoque l'application par pression de la manchette tout en verrouillant simultanément le mécanisme de blocage.
- La pression dans le packer doit être à nouveau réduite de manière que le chariot puisse être déplacé au centre de la zone du deuxième tendeur où l'application de la même pression est réalisée.
- La pression est diminuée puis le chariot équipé de la caméra est retiré de la canalisation.
- Si plusieurs manchettes doivent être disposées l'une derrière l'autre, elles se recouvrent de 5 cm minimum.
- L'opérateur qui place ce type de manchettes fournit la preuve d'avoir suivi les formations imposées par les fournisseurs.

#### I. 8.21.2.3. SPECIFICATIONS

Les manchettes élastomères sont exemptes de défauts de surface.

Les éléments métalliques présentent une surface lisse, homogène et sont dépourvus de bavures.

Les différentes valeurs et caractéristiques (NBN EN 681-1 / classe WC) de la manchette élastomère, à démontrer au pouvoir adjudicateur, sont:

- la dureté
- la résistance à la traction
- l'allongement à la rupture
- la déformation rémanente après compression (24h à 70 °C).

Ces valeurs sont conformes aux prescriptions définies au [I. 8.21.2.1.1.](#)

#### **I. 8.21.2.4. VERIFICATIONS**

- Inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout rénové, effectuée conformément au [I. 10.](#)

Les documents du marché peuvent prescrire d'autres vérifications spécifiques.

#### **I. 8.21.2.5. PAIEMENT**

##### **I. 8.21.2.5.1. MESURAGE**

Le paiement s'effectue à la pièce en fonction du diamètre de la canalisation.

Le prix comprend la fourniture et le placement de la manchette mécanique inox.

Les opérations préalables (dérivation et le pompage, curage général, fraisage des raccordements pénétrants ou élimination des racines ou autres obstacles éventuels, etc.) font l'objet de postes séparés au métré.

L'inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout avant/après pose et les autres contrôles spécifiques, requis par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du métré.

##### **I. 8.21.2.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT**

Les défauts sont réparés suivant une méthode proposée préalablement par l'entrepreneur à l'approbation du pouvoir adjudicateur.

Les documents du marché peuvent éventuellement prescrire les refactions à appliquer.

### **I. 8.22. MANCHETTE MECANIQUE INOX D'EXTREMITE**

#### **I. 8.22.1. DESCRIPTION**

Procédé de réhabilitation au cours duquel une manchette en acier inoxydable spéciale (version "d'extrémité") est utilisée pour rendre étanche de manière durable la jonction entre le chemisage et l'ancienne conduite réhabilitée. Elle permet non seulement de rendre étanche la jonction entre le liner (TDSP/Chaussette – cf. [I. 8.4.](#)) et l'ancienne conduite, de rendre étanche la jonction du liner au droit du regard ou d'une boîte de branchement, mais également de protéger l'extrémité du liner contre les impacts mécaniques de curage à haute pression.

Le système se compose des matériaux V4A acier inoxydable 1.4404 (AISI 316L) et d'un joint de compression EPDM. Les matériaux employés sont durablement résistants aux eaux usées.

En fonction des diamètres et du type d'utilisation, les longueurs des manchettes varient de 250 à 300 mm.

#### **I. 8.22.2. CLAUSES TECHNIQUES.**

##### **I. 8.22.2.1. MATERIAUX**

Le système comprend 3 composants principaux: la manchette, le renfort intérieur et le système d'expansion et de verrouillage.

Ces différents composants sont conformes aux prescriptions du [I. 8.21.2.1.](#)

#### **I. 8.22.2.2. EXECUTION**

La canalisation à rénover doit être nettoyée de sorte que l'on puisse parfaitement visualiser la jonction entre le chemisage et la conduite existante.

Le manchon sur lequel est positionnée la manchette est gonflé de sorte à ouvrir la crémaillère. Un mécanisme de blocage permet au feuillard de maintenir la manchette dans la position expansée et à sceller ainsi définitivement le joint contre la paroi de la canalisation à rénover.

Ce système est totalement mécanique et fonctionne sur base de la compression de la manchette élastomère par le feuillard en acier inoxydable, sans intervention de colle ou de résine.

##### **I. 8.22.2.2.1. POSITIONNEMENT**

- La manchette et son renfort doivent être installés sur le chariot correspondant à la section nominale de la canalisation à rénover.
- Avant de placer la manchette, le chemisage est découpé en retrait de 10 à 15 cm.
- Il faut veiller à positionner le mécanisme de blocage au sommet de la section de conduite à rénover.
- L'ensemble est introduit à l'intérieur de la canalisation au niveau d'un regard.
- En appliquant une pression d'environ 0,5 bar, le packer doit être suffisamment gonflé pour immobiliser la manchette
- Le chariot doit être introduit dans la conduite et positionné à l'endroit de la jonction.

##### **I. 8.22.2.2.2. MISE EN PRESSION**

- Dès que le dispositif est positionné, la pression d'air dans le packer doit être augmentée pour passer de 0,5 à 1,5 bar.
- La manchette est élargie jusqu'à ce qu'elle vienne se placer contre la surface interne du tuyau à rénover.
- Après un appui réussi de la manchette, il faut réduire la pression du packer pour que celui-ci puisse être déplacé au centre de la zone du premier tendeur.
- La pression du packer doit être ensuite augmentée pour atteindre une valeur comprise entre 3 et 5 bars en fonction de la nature du défaut, du matériau et de type de packer. Ceci provoque l'application par pression de la manchette tout en verrouillant simultanément le mécanisme de blocage.
- La pression dans le packer doit être à nouveau réduite de manière que le chariot puisse être déplacé au centre de la zone du deuxième tendeur où l'application de la même pression est réalisée.

Les différentes valeurs et caractéristiques (NBN EN 681-1 / classe WC) de la manchette élastomère, à démontrer au pouvoir adjudicateur, sont:

- la dureté
- la résistance à la traction
- l'allongement à la rupture
- la déformation rémanente après compression (24h à 70 °C).

Ces valeurs sont conformes aux prescriptions définies au [I. 8.21.2.1.1.](#)

L'entreprise procède à une prise de photo avant et après traitement.

#### **I. 8.22.2.4. VERIFICATIONS**

- Inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout rénové, effectuée conformément au [I. 10.](#)

Les documents du marché peuvent prescrire d'autres vérifications spécifiques.

#### **I. 8.22.2.5. PAIEMENT**

##### **I. 8.22.2.5.1. MESURAGE**

Le paiement s'effectue à la pièce en fonction du diamètre de la canalisation.

Sont compris dans le prix:

- les contrôles visuels (photos) avant/après pose
- le prédécoupage en retrait du chemisage en place (10 à 15 cm)
- le curage éventuel, spécifique à la pose
- la fourniture et le placement de la manchette mécanique inox d'extrémité.

La dérivation et le pompage éventuels des effluents font l'objet de postes séparé au mètre

L'inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout rénové et les autres contrôles spécifiques, requis par les documents du marché, font l'objet de postes séparés du mètre.

## **I. 9. SANS OBJET**

## **I. 10. EXAMEN VISUEL DES OUVRAGES**

Les documents du marché définissent le but et les critères de réalisation de l'examen visuel des ouvrages. L'inspection et les opérations associées sont réalisées conformément à la « Méthodologie pour l'établissement des cadastres des réseaux d'assainissement en Région wallonne », et en particulier le cahier technique C "Méthodologie pour l'exécution des opérations d'examens visuels des réseaux d'assainissement". La codification des observations s'effectue conformément à la NBN EN 13508-2+A1.

Les inspections visuelles des regards de visite, boîtes de branchements, chambres pour appareils, branchements et autres ouvrages particuliers requises par les documents du marché font l'objet de postes séparés du mètre.

Les égouts à inspecter sont libres de tout obstacle (pierres, débris de forage, racines, raccords dépassants, déchets, dépôt de boue) dont la hauteur ne permet pas le passage de la caméra. Dans le cas contraire ou selon le but recherché, un curage préalable est effectué (I. 11).

Le personnel participant aux travaux d'inspection doit connaître suffisamment les méthodes d'inspection et le système de codage de la NBN EN 13508-2+A1; il doit avoir suivi une formation reconnue par le fonctionnaire dirigeant.

## **I. 11. CURAGE DES OUVRAGES**

Le curage des ouvrages est réalisé conformément à la "Méthodologie pour l'établissement des cadastres des réseaux d'assainissement en Région wallonne", et en particulier le cahier technique B "Méthodologie pour l'exécution des opérations de curage des réseaux d'assainissement".

Le paiement est effectué au m courant en fonction du diamètre de la canalisation.

Les fraisages selon le type font l'objet de postes séparés.

Le volume à évacuer est prévu aux postes de la série D9000.

Le dégagement des tampons fait l'objet de postes au mètre selon le type de travail.

Les travaux divers font l'objet d'une somme réservée.