

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **17.2/15-303_V1**

Annule et remplace l'Avis Technique 17/15-303

*Réhabilitation de réseaux
d'assainissement*

*Lining with cured-in-place
pipes*

BEROLINA LINER

BEROLINA HF-LINER

Relevant de la norme

NF EN ISO 11296-4

Titulaire : Société BKP Berolina Polyester GmbH & Co.KG
Heidering 28
D-16727
VELTEN

Tel.: +49 3304 2088-100
Fax.: +49 3304 2088-110
E-mail : info@bkp-berolina.de
Internet : www.bkp-berolina.de

Usine : D-16727 VELTEN

Groupe Spécialisé n° 17.2

Réseaux et Epuration

Publié le 10 décembre 2019



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques
d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n° 17 "Réseaux et Epuration" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 30 septembre 2019, le procédé de rénovation de réseaux d'assainissement à l'aide du chemisage BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER présenté par la société BKP Berolina Polyester GmbH & Co.KG. Le présent document, auquel est annexé le Dossier technique établi par le Demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n°17 sur les caractéristiques du produit et les dispositions de mise en œuvre du procédé dans les conditions de la France Métropolitaine et les DOM. Cet Avis se substitue à l'Avis Technique 17/15-303.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les procédés BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER permettent la rénovation par l'intérieur de canalisations d'assainissement gravitaire.

Ils utilisent la paroi de la canalisation comme coffrage d'un chemisage continu polymérisé en place et constitué de matériau composite thermodurcissable.

Le procédé comporte trois phases distinctes :

- la fabrication en usine d'une chemise souple imprégnée de résine polyester,

La fabrication de la chemise est à la charge du titulaire.

- la mise en place par traction, dans la canalisation existante de la chemise imprégnée,
- le durcissement en place par polymérisation du système de résine par exposition à un rayonnement ultraviolet.

Ces deux phases sont à charge de l'applicateur.

La liste et les caractéristiques des composants utilisés dans le procédé sont déposées au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

1.2 Identification

Les chemisages polymérisés en place BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER sont mis en œuvre par un applicateur faisant l'objet des contrôles externes décrits dans le §8.32 du Dossier Technique.

Les indications suivantes sont portées sur une plaque signalétique placée dans chaque regard d'accès à l'ouvrage réhabilité :

- le nom commercial du système : BEROLINA LINER ou BEROLINA HF-LINER
- l'épaisseur de paroi nominale,
- la matière,
- le code date de production et la date de réalisation du chantier.

La certification NF 390 vaut preuve de conformité aux critères d'évaluation décrits dans le §8.32 du Dossier Technique. Pour l'identification, le référentiel de la marque s'applique dans ce cas.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi

Ces procédés sont destinés à la rénovation de canalisations d'assainissement circulaires ou non à écoulement gravitaire, utilisées pour véhiculer des eaux pluviales et eaux usées domestiques en système séparatif ou unitaire.

Ils concernent l'application du chemisage de regard à regard en excluant les applications en chemisage partiel.

La gamme de diamètres des ouvrages circulaires visés par le présent document est comprise entre 150 et 1600 mm pour BEROLINA LINER et entre 400 et 1600 mm pour BEROLINA HF-LINER.

Les possibilités du procédé pour les réseaux non circulaires se déduisent du périmètre maximum de l'ouvrage (5,177 m) et de considérations portant sur la géométrie de la section intérieure de la canalisation à rénover (cf. § 1 du Dossier Technique).

Il convient de prendre en considération les « Recommandations pour la Réhabilitation des Réseaux d'assainissement » de l'ASTEE (ex AGHTM).

Cet Avis ne vise pas le traitement des raccordements éventuels.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

2.2.1.1 Prévention des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Le produit comprend des composants telle la résine qui font l'objet de fiches de données de sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce produit sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'équipements de protection individuels (EPI).

Les fiches de données sécurité permettent également d'informer l'utilisateur des risques éventuels liés à la mise en œuvre des résines non polymérisées définies aux § 2.1 et 5 du Dossier Technique.

2.2.1.2 Données Environnementales

Les produits BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER ne disposent d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les Déclarations Environnementales n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

2.2.1.3 Aspects sanitaires

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

2.2.1.4 Autres qualités d'aptitude à l'emploi

Les chemisages BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER et leur mise en œuvre répondent aux spécifications de la norme NF EN ISO 11296-4.

Les procédés de rénovation doivent rendre la canalisation apte à assurer certaines fonctions qu'il convient d'examiner :

Etanchéité du chemisage

Le respect des règles de préparation et de mise en œuvre, ainsi que la nature des matériaux et la structure du chemisage permettent d'obtenir l'étanchéité de la canalisation ainsi traitée. Un essai spécifique avant traitement éventuel des raccordements doit être réalisé.

L'ouverture et l'étanchement des raccordements réalisés après polymérisation du chemisage pourraient dans certains cas, altérer cette étanchéité : en conséquence, il convient de réaliser ces travaux complémentaires avec soin, en respectant toutes les règles d'intervention et de mise en œuvre spécifiques à ce type de travaux.

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

Tenue mécanique

Cas des réseaux circulaires

Le chemisage est dimensionné conformément au Guide technique « Recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » (TSM N° 6-2017).

Les valeurs à introduire dans le calcul des chemisages BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

BEROLINA LINER :

Caractéristiques		Valeur minimale	Méthode d'essai
Coefficient de Poisson (ν)		0,3	-
Contrainte de flexion garantie à rupture ($\sigma_{fb,k}$)	A court terme	189 MPa	NF EN ISO 11296-4
Allongement de flexion garanti à rupture ($\epsilon_{fb,k}$)		1,08 %	
Module de flexion garanti ($E_{o,k}$)		11100 MPa	
Module de flexion en milieu humide ($E_{50,k}$)	A long terme	6000 MPa	
Contrainte de flexion ($\sigma_{fb,L,k}$)		95 MPa	
Allongement de flexion en milieu acide (ϵ_{LT})		0,71 %	

BEROLINA HF-LINER :

Caractéristiques		Valeur minimale	Méthode d'essai
Coefficient de Poisson (ν)		0,3	-
Contrainte de flexion garantie à rupture ($\sigma_{fb,k}$)	A court terme	310 MPa	NF EN ISO 11296-4
Allongement de flexion garanti à rupture ($\epsilon_{fb,k}$)		1,50 %	
Module de flexion garanti CT ($E_{o,k}$)		19000 MPa	
Module de flexion en milieu humide ($E_{50,k}$)	A long terme	9500* MPa	
Contrainte de flexion ($\sigma_{fb,L,k}$)		155 MPa	
Allongement de flexion en milieu acide (ϵ_{LT})		0,71 %	

*valeur conventionnelle égale à 50% du module de flexion garanti

Capacité hydraulique du réseau

Appliquée à une canalisation dégradée, la rénovation réalisée à l'aide de chemisages BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER apporte une atténuation des défauts géométriques de la canalisation.

Pour apprécier la nouvelle capacité hydraulique de la canalisation rénovée, il convient de tenir compte de la réduction du diamètre due à l'épaisseur du chemisage en appliquant la méthode de calcul préconisée par la norme NF EN 16933-2 sur la base des données du Memento Technique 2017 (ASTEE - ex. Instruction 77.284/INT de juin 1977).

2.22 Gestion des opérations de réhabilitation

Les principes généraux de gestion des opérations de réhabilitation des réseaux d'évacuation et d'assainissement relèvent de la norme NF EN 14654-2.

2.23 Durabilité - Entretien

La durabilité des ouvrages rénovés avec les chemisages BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER peut être estimée comparable à celle des réseaux traditionnels constitués de matériaux de même nature.

Les canalisations rénovées sont exploitées à l'identique des autres canalisations et curées conformément aux spécifications de la norme NF EN 14654-1 et dans les conditions figurant au § 7 du Dossier Technique.

2.24 Fabrication et contrôle

La fabrication de la chemise aux dimensions spécifiées ainsi que l'imprégnation sont réalisées en usine par la société BKP Berolina Polyester GmbH & Co KG. Ces deux opérations font l'objet de contrôles internes dans le cadre d'un Plan d'Assurance Qualité.

Les contrôles externes et les contrôles internes tels que décrits dans le Dossier Technique permettent d'assurer une constance convenable de la qualité.

2.25 Mise en œuvre

La fabrication de chaque chemisage correspondant à chaque chantier fait l'objet d'un cahier des charges spécifique au chantier.

Les règles de mise en œuvre devant être respectées sont décrites dans le Dossier Technique, elles sont basées sur les spécifications de la norme NF EN ISO 11296-4 et les recommandations établies par l'ASTEE (ex. AGHTM). Elles visent notamment :

- la préparation de la canalisation existante,
- la gestion des effluents,
- les procédures de mise en place et de polymérisation,
- La mise en œuvre du chemisage qui est effectuée par traction et le durcissement du chemisage qui est obtenu par polymérisation du

système de résine grâce à l'émission de rayon UV et selon des modalités déterminées,

- la réalisation des finitions.

La mise en œuvre sur chantier, qui ne peut être réalisée que par du personnel spécialisé, fait l'objet de contrôles internes et externes tels que définit dans le Dossier Technique.

Le plan de contrôle défini dans le Dossier Technique, permet de garantir la constance de qualité du procédé.

2.26 Essais préalables à la réception

Les essais préalables à la réception sont réalisés conformément au fascicule 70 Titre 1, à la norme NF EN 1610 et aux "Recommandations pour la réalisation des contrôles préalables à la réception des travaux de réhabilitation des réseaux d'assainissement" ASTEE (TSM - 02/2004).

Les valeurs à court terme définies dans le tableau du § 2.214 sont les valeurs requises pour les essais mécaniques de réception des travaux.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Caractéristiques des matières premières et produits intermédiaires

Les caractéristiques des matériaux et produits entrant dans la constitution des chemisages BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER, doivent être conformes aux indications du Dossier Technique.

2.32 Conception

Le dimensionnement mécanique du chemisage et la vérification de la capacité hydraulique de la canalisation rénovée sont réalisés, conformément aux indications du chapitre 2.21 ci-dessus, par l'applicateur faisant l'objet des contrôles décrits au §8.32 du Dossier Technique.

2.33 Fabrication et contrôle

La réalisation des chemisages BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER, fait l'objet de contrôles internes décrits dans le Dossier Technique.

2.34 Mise en œuvre

La mise en œuvre des chemisages BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER est réalisée selon les indications du Dossier Technique par des applicateurs faisant l'objet des contrôles décrits au §8.32 du Dossier Technique.

2.35 Contrôle des opérations de réhabilitation

Le contrôle des opérations de réhabilitation des réseaux d'assainissement par les procédés BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER doit être réalisé selon les exigences de la norme NF EN 14654-2.

2.36 Marquage

Le marquage apposé sur les plaques signalétiques doit être mis en conformité avec celui défini au § 1.2.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation des procédés de rénovation de réseaux d'assainissement BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER, dans le domaine proposé, est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 30 novembre 2022.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 17
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Ce Document Technique d'Application fait référence à la norme NF EN ISO 11296-4 (février 2018) et aux « Nouvelles recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » de l'ASTEE (6-2017), l'attention du lecteur est attirée sur les révisions éventuelles de ces textes de référence.

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

La réalisation de branchements ou raccordements ultérieurs sur la canalisation réhabilitée devra faire l'objet d'une étude spécifique.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°17

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

Le procédé de rénovation visé par les produits BEROLINA Liner et BEROLINA HF-Liner permet la réhabilitation structurante, sans ouverture de tranchée, de canalisations enterrées, à écoulement gravitaire, utilisées pour véhiculer des eaux pluviales ou eaux usées domestiques.

Le procédé consiste à introduire par tractage dans la canalisation à traiter, une chemise constituée de tissus de fibres de verre imprégnés de résine thermodurcissable photosensible sous l'action de rayons UV. Celle-ci est soumise lors de son calibrage à une pression d'air qui la plaque à la surface interne de l'ouvrage hôte, puis elle sera polymérisée par le passage d'un train de lampes UV.

Le procédé de réhabilitation par chemisage BEROLINA-Liner et BEROLINA HF-Liner est adapté aux ouvrages circulaires dont le diamètre intérieur varie de 150 à 1600 mm pour BEROLINA-Liner et de 400 à 1600 mm pour BEROLINA HF-Liner, constituées de matériaux de différentes natures : béton, grès, fibrociment, fonte, briques, PVC, PRV, acier, PEHD, PP...

Les caractéristiques géométriques admissibles pour la mise en œuvre d'une chemise BEROLINA-Liner et BEROLINA HF-Liner dans le cas de canalisations non circulaires sont les suivantes :

- Périmètre maximum de l'ouvrage 5,177 m ;
- Périmètre minimum admis pour une chemise BEROLINA-HF-Liner : 1,21 m ;
- Ovoïdes traditionnels (limite : T180) ou non ;
- Rayon de courbure supérieur ou égal en tout point à 25 mm ;
- Absence d'intrusion longitudinale.

Des travaux préparatoires peuvent être nécessaires.

Les chemisages BEROLINA-Liner et BEROLINA HF-Liner sont dimensionnés, suivant les objectifs de la réhabilitation, pour assurer la reprise mécanique des actions extérieures selon les « Nouvelles recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » (ASTEE 2017).

Les systèmes BKP BEROLINA sont parfaitement compatibles avec les essais de la norme NF EN 1610, notamment test d'étanchéité à l'air.

La norme NF EN ISO 11296-4 est le référentiel correspondant au BEROLINA-Liner et BEROLINA HF-Liner.

Les caractéristiques suivantes sont spécifiques au chemisage BEROLINA-Liner et BEROLINA HF-Liner.

2. Définition des matériaux et mode de fabrication (stade "M")

2.1 Structure du composite

Le chemisage BEROLINA-Liner et BEROLINA HF-Liner est composé d'un ensemble de tissus (mât) de verre imprégné de résine Polyester insaturé, enveloppé de part et d'autre de membranes de protection, la membrane intérieure étant retirée après durcissement de la résine (membrane temporaire) (Voir figure 1).

Le complexe verre/résine (composite) comprend plusieurs couches de tissus de verre pré-imprégnés, le nombre de couches étant déterminé en fonction de l'épaisseur à obtenir pour attendre les caractéristiques mécaniques désirées.

La structure de la chemise en fin de production peut être schématisée comme suit :

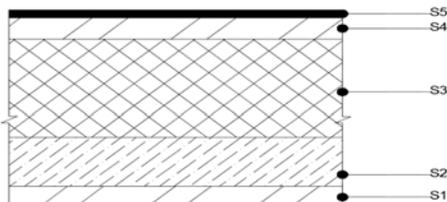


Fig. 1 : Schéma de la structure des chemises BEROLINA-Liner et BEROLINA HF-Liner

S5 : membrane anti UV

S4 : membrane extérieure

S3 : couche structurante – composite (résine et mats de verre tissée non soudés)

S2 : couche de protection mécanique et chimique (couche d'abrasion)

S1 : membrane intérieure.

L'épaisseur minimale de la couche S2 et de 500 µm. Elle peut être contrôlée optiquement.

Entre S4 et S5, une lame de fibre de verre tressée peut être ajoutée à titre optionnel et ayant pour fonction la protection de la chemise lors des opérations de traction ; celle-ci a vocation à se substituer à la mise en œuvre d'un film de glisse préliminaire (prémembrane).

2.2 Matières premières

2.2.1 Les résines

Les résines employées sont de type Polyester Insaturée (UP) conformes aux spécifications figurant au tableau 2, groupe 4 de la norme NF EN 13121-1 et aux exigences du §5.3 de la norme NF EN ISO 11296-4.

Un additif sensibilisant la résine à la lumière UV est ajouté à la résine de base afin de permettre l'élaboration et la mise en œuvre du BEROLINA.

2.2.2 Matrice/renfort

Les fibres de verre servant de renfort au composite sont de type « résistant à la corrosion », par exemple E-CR (au sens de la norme NF EN ISO 2078), sous formes de mats tissés.

La couche intérieure S2 de protection mécanique et chimique est constituée de résine identique à celle de la couche structurante et d'un non tissé en polyester.

2.2.3 Membranes

Trois membranes sont incorporées aux chemises BEROLINA lors de leur fabrication :

- S1 une membrane intérieure tubulaire en PO (polyoléfine) / PA (polyamide) permet le gonflement de la chemise sous l'effet de la pression. Ce film est retiré après polymérisation.
- S4 une membrane extérieure en PO/PA (épaisseur comprise entre 150 et 220 µm), enveloppant la paroi structurante protège le liner lors de sa mise en œuvre.
- S5 un film extérieur (en PE) d'épaisseur 80 µm, opaque aux UV.

Les membranes extérieures sont parfaitement étanches et évitent la migration des constituants de la résine vers le milieu extérieur.

2.3 Production des chemises

Les chemises sont entièrement préfabriquées en usine et spécifiquement pour chaque chantier. Les différents paramètres propres au projet (le diamètre, longueur et épaisseur) sont transmis préalablement à la commande.

La fabrication est effectuée selon un processus continu.

- Livrés en rouleaux, les complexes en fibre de verre sont formés en tube autour d'un film intérieur de forme tubulaire, avec chevauchement des différentes couches et au moyen d'un outil adapté au diamètre spécifique. Les différentes épaisseurs de paroi de la chemise sont obtenues en faisant varier le nombre et la masse surfacique des différentes couches de fibre de verre. Le chevauchement des mats de fibre reste « libre » (sans soudure) permettant l'expansion de la chemise lors du calibrage.
- Le tube est muni de la membrane extérieure puis imprégné de résine.
- Après calibrage de l'épaisseur par calandrage, le film imperméable aux UV est placé et la chemise est découpée puis emballée en fonction des dimensions commandées.

2.4 Stockage, manutention et transport

Chaque chemise BEROLINA est emballée et stockée par empilage en plis successifs, dans une caisse servant au transport.

Ainsi conditionnée, elle doit être entreposée à des températures comprises entre +5°C et +30°C, dans un endroit abrité pendant une durée maximum de 6 mois. La date limite d'utilisation est indiquée sur les documents de vente.

2.5 Identification

Le marquage des chemises, conforme aux spécifications de la norme NF EN ISO 11296-4, figure à l'extérieur du conditionnement.

3. Description du produit fini

3.1 Dimensions

3.1.1 Diamètre

Le diamètre nominal de la gamme des chemisages BEROLINA correspond au diamètre interne de la canalisation à rénover aux tolérances du tableau 1 annexé.

Le diamètre réel de production correspond au diamètre nominal diminué de 2% à 8%, en fonction du diamètre.

3.1.2 Epaisseurs

Le nombre et la masse surfacique de chaque bande de fibres de verre utilisées permettent la fabrication de chemisages d'épaisseurs nominales comprises entre 3 et 18 mm quel qu'en soit le diamètre.

L'épaisseur moyenne mesurée en 8 points sur la circonférence du chemisage est supérieure ou égale à l'épaisseur nominale.

Conformément à la norme NF EN ISO 11296-4, l'épaisseur minimale est la plus faible valeur mesurée sur la circonférence du chemisage (80% de la valeur nominale).

L'épaisseur considérée pour mener les calculs de dimensionnement est égale à l'épaisseur nominale à laquelle l'épaisseur de la couche intérieure de protection mécanique et chimique (couche d'abrasion) est retirée. Cette valeur dite épaisseur de calcul figure au tableau 2 en annexe.

Cette valeur est utilisée lors des calculs de dimensionnement, avec les caractéristiques mécaniques du §3.2 ci-dessous.

Les épaisseurs minimales, en fonction du diamètre, permettent d'obtenir une rigidité annulaire conforme aux spécifications de la norme NF EN 11296-4.

3.2 Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques en flexion permettant de dimensionner mécaniquement le chemisage soumis aux différentes actions sont les suivantes.

3.2.1 BEROLINA-Liner

Caractéristiques		Valeur minimale	Méthode d'essai
Coefficient de Poisson (ν)		0,3	-
Contrainte de flexion garantie à rupture ($\sigma_{fb,k}$)	A court terme	189 MPa	NF EN ISO 11296-4
Allongement de flexion garanti à rupture ($\epsilon_{fb,k}$)		1,08 %	
Module de flexion garanti ($E_{0,k}$)		11100 MPa	
Module de flexion en milieu humide ($E_{50,k}$)	A long terme	6000 MPa	
Contrainte de flexion ($\sigma_{fb,L,k}$)		95 MPa	
Allongement de flexion en milieu acide (ϵ_{LT})		0,71 %	

3.2.2 BEROLINA-HF-Liner

Caractéristiques		Valeur minimale	Méthode d'essai
Coefficient de Poisson (ν)		0,3	-
Contrainte de flexion garantie à rupture ($\sigma_{fb,k}$)	A court terme	310 MPa	NF EN ISO 11296-4
Allongement de flexion garanti à rupture ($\epsilon_{fb,k}$)		1,50 %	
Module de flexion garanti CT ($E_{0,k}$)		19000 MPa	
Module de flexion en milieu humide ($E_{50,k}$)	A long terme	9500* MPa	
Contrainte de flexion ($\sigma_{fb,L,k}$)		155 MPa	
Allongement de flexion en milieu acide (ϵ_{LT})		0,71 %	

*valeur conventionnelle égale à 50% du module de flexion garanti

NB : Les valeurs à court terme correspondent à la limite inférieure de confiance de 90 % (équivalent au fractile 5%) et doivent être utilisées pour dimensionner mécaniquement les chemisages.

3.3 Résistance à l'abrasion

Dans les conditions de la norme NF EN 295-3 (essai dit de Darmstadt), le chemisage BEROLINA présente une diminution moyenne d'épaisseur de 0,31 mm après 200 000 glissements.

3.4 Résistance au curage

La résistance au curage est démontrée au moyen de l'essai réalisé conformément à la norme DIN 19523 "Spécifications et méthode d'essai pour la détermination de la résistance au jet des composants d'assainissement".

4. Conception

4.1 Etude préalable

Une étude préalable basée sur une inspection vidéo, suivie d'une reconnaissance de chantier et d'un repérage précis de chaque tronçon à traiter, permet de déterminer ou confirmer les éléments conditionnant le dimensionnement et la faisabilité de la mise en œuvre de la chemise BEROLINA. Ces derniers comprennent notamment :

- la période et la durée estimée des travaux,
- l'emplacement des regards,
- les moyens de nettoyage et de préparation de la canalisation existante à mettre en œuvre,
- le mode et le lieu d'évacuation des débris enlevés.

4.2 Dimensionnement

4.2.1 Détermination des longueurs de chemises

La longueur effectivement traitée par tir varie en fonction des capacités des équipements de chantier, mais aussi du contexte du chantier :

- possibilité d'accès des véhicules ;
- gêne pour l'usager ;
- présence de regards ou accessoires existants ;
- localisation des carrefours etc.

La longueur de la chemise doit correspondre à la longueur de la canalisation à traiter augmentée de 1 m.

Les longueurs maximales des chemises BEROLINA correspondent à la longueur maximale que l'on peut placer dans une caisse ou tracteur ou à la longueur utile du câble du chariot de lampes.

A ce jour, et à titre indicatif, les longueurs maximales fabriquées et mises en œuvre sont de l'ordre de 500 m.

4.2.2 Dimensionnement mécanique

Le chemisage BEROLINA est dimensionné par l'applicateur conformément aux « Nouvelles recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » (ASTEE 2017).

4.2.3 Dimensionnement hydraulique

Le dimensionnement hydraulique de la canalisation réhabilitée est déterminé par application de la norme NF EN 16933-2 et sur la base des données du Memento Technique (ASTEE 2017) (ex. Instruction Technique 77.284 / INT de juin 1977).

5. Mise en œuvre

Les matériels ainsi que les procédures spécifiques à la mise en œuvre et à la polymérisation de la chemise BEROLINA sont décrits dans un manuel de pose déposé au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment et servant de référentiel à l'applicateur.

Ce Manuel d'installation est la propriété de BKP BEROLINA qui l'actualise régulièrement et le tient à disposition de tout professionnel en faisant la demande.

BKP BEROLINA fournit également sur demande et accord entre les parties une supervision des travaux et du matériel de mise en œuvre.

5.1 Opérations préalables

5.1.1 Curage

La canalisation à traiter doit être préalablement curée. Cette opération doit éliminer tous produits et débris pouvant gêner la mise en œuvre.

5.1.2 Inspection télévisée et positionnement des branchements

Le passage préalable d'une caméra permet :

- De vérifier l'état d'accueil de la canalisation à traiter. Tout obstacle de type branchement pénétrant, dépôt solide, racines, doit faire l'objet d'un fraisage préalable (ou d'un autre procédé approprié),
- De repérer des branchements éventuels,
- De repérer et mesurer les éventuels défauts directionnels.

- D'identifier si un dispositif de protection type préliner doit se substituer au dispositif intégré IES (voir paragraphe 5.21 ci-dessous). C'est le cas lorsque, lors des travaux préliminaires, des éléments grossiers contendants n'ont pu être éliminés, du fait de leur nature. En effet, le dispositif IES n'est utilisable que sur un radier propre.

Un enregistrement vidéo est réalisé pour chaque tronçon.

L'écoulement doit être interrompu pendant toute la durée des travaux.

5.2 Tractage

5.2.1 Insertion dans la canalisation

Si le besoin a été identifié (cf. §5.12), une bande de préliner (pré-membrane) doit être préalablement mise en place afin de protéger la chemise BEROLINA des dommages liés à la traction.

BKP Berolina propose également un dispositif de protection intégré en production baptisé IES pour Integrated Enhancement System, qui se tracte donc simultanément à la chemise.

La chemise est introduite dans la canalisation par le regard de visite et mise en place par traction à l'aide d'un treuil (*Voir figure 2*). Le contrôle de l'avance au niveau des regards et l'arrivée de la chemise en fin de canalisation, sont effectués en parallèle avec le tractage.

La chemise peut supporter sans dommage des forces d'insertion maximales de 5 t (49 kN), jusqu'au DN 250, et de 10 t (98 kN) à partir du DN 300. Si le treuil est muni d'un limiteur correspondant à ces valeurs l'enregistrement des efforts de traction n'est pas nécessaire.

5.3 Déploiement et application

BKP BEROLINA recommande aux opérateurs de se référer au Manuel d'installation.

Au préalable, afin de déployer la chemise BEROLINA la canalisation, les étapes suivantes sont à respecter (voir tableau 3 en annexe) :

- Obturation des 2 extrémités au moyen de 2 obturateurs adaptés aux dimensions de l'ouvrage,
- Le déploiement intervient en appliquant à la chemise la pression intérieure initiale (P_{i1}),
- Une fois la chemise correctement plaquée, la pression d'air est coupée, un sas est ouvert et le train de lampes UV est introduit à l'intérieur. Le sas est refermé puis la pression rétablie,
- La pression normale (P_{in}) est atteinte en faisant accroître la pression par palier (valeur du palier / longueur du palier).

Valeur du palier : accroissement régulier de la pression

Longueur du palier : période de stabilisation de la pression intérieure, nécessaire au déploiement des fibres de verre notamment

5.4 Polymérisation

Le chariot (lampes UV éteintes) est tracté à l'autre extrémité de la canalisation, à l'aide d'une corde positionnée par l'applicateur grâce au filin équipant d'origine les chemises BEROLINA.

Grâce à la caméra vidéo du chariot, l'opérateur vérifie la bonne application de la chemise, avant de démarrer la polymérisation.

Les lampes sont allumées et le chariot est tracté vers le sas où il a été introduit, à une vitesse contrôlée, fonction de la puissance des lampes, de leur nombre et des dimensions de la chemise.

Après durcissement, les extrémités sont découpées, le film intérieur est retiré par réversion.

5.5 Finition regard

La liaison entre le regard et le chemisage est réalisée à l'aide d'un mortier de résine ou d'un joint hydrogonflant de longueur minimale DN+60mm.

5.6 Réalisation des raccordements

L'étanchéité de la jonction branchement-chemisage doit être reconstituée par tout moyen approprié.

6. Mode d'exploitation commerciale du procédé

BKP Berolina Polyester GmbH & Co KG est fabricant et distributeur des chemises BEROLINA-Liner et BEROLINA-HF-Liner.

La mise œuvre du procédé BEROLINA-Liner et BEROLINA-HF-Liner peut être confiée qu'à un applicateur formé par la société BKP Berolina Polyester GmbH & Co KG.

L'applicateur fait l'objet des contrôles externes décrits au §8.32 du présent document.

7. Entretien

Le curage doit s'effectuer dans les conditions suivantes :

- Faire attention aux chocs du flexible lors de la mise en marche et de l'arrêt de la pression,
- Pression à la sortie de pompe inférieure à 120 bars, débit inférieur à 250 L/minute,
- Choisir le flexible, la tête de curage et le diamètre des orifices des jets adaptés au diamètre du réseau à curer (tête à jets fixes – 30° d'angle pour l'utilisation la plus classique),

L'usage de dispositifs à chaînes ou à sabots à tête plate est proscrit.

8. Contrôles qualité

8.1 Contrôles réalisés par BKP BEROLINA POLYESTER GMBH & CO KG

La fabrication des chemises BEROLINA-Liner et BEROLINA-HF-Liner réalisée par la société BKP BEROLINA POLYESTER GMBH & CO KG.

Elle fait notamment l'objet des contrôles et enregistrements suivants :

8.1.1 Sur les matières premières

L'ensemble des matières premières livrées sont détentrice d'un certificat de réception Type 3.1 selon NF EN 10204.

8.1.1.1 Résines

A chaque livraison sont contrôlés :

- Viscosité,
- temps de polymérisation,
- température de polymérisation,
- dureté,
- interaction avec l'Oxyde de Magnésium.

8.1.1.2 Fibres de verre

Sur chaque livraison :

- Dimensions
- Poids / surface,
- Uniformité et propreté du matériau (contrôle visuel).

8.1.1.3 Membranes

Sur chaque lot livré :

- Dimensions : longueur, largeur, épaisseur.

8.1.2 Sur le process

- Régularité de l'imprégnation de résine (mesure et contrôle monitorés + enregistrement),
- Paramètres machine (vitesse d'avancement),
- Taux de résine (pesée),
- Epaisseur de paroi.
- Longueur.

8.2 Contrôles réalisés par l'applicateur

8.2.1 Commande

La commande d'une chemise BEROLINA fait l'objet des spécifications suivantes :

- confirmation de l'adéquation des caractéristiques mécaniques et des propriétés physico-chimiques des chemises commandées avec les contraintes du projet ;
- Appellation : BEROLINA-Liner ou BEROLINA-HF-Liner ;
- diamètre de canalisation ou périmètre pour des canalisations non circulaires ;
- épaisseur de chemise ;
- longueur de chemise ;
- références du chantier avec attribution d'un ordre de fabrication pour chaque tronçon commandé.

8.2.2 Mise en œuvre

La mise en œuvre s'effectue suivant le Plan d'Assurance Qualité de l'applicateur qui prend en compte les spécifications élaborées par la société BKP BEROLINA POLYESTER GMBH & CO KG qui a préalablement remis le Guide d'Installation à l'applicateur.

8.2.3 Contrôle à réception de la chemise

La conformité de la chemise à la commande (n° d'ordre de la fabrication, diamètre, épaisseurs) fait l'objet de contrôles à réception par l'applicateur.

8.24 Archivage des données

Chaque chantier fait l'objet d'un dossier constitué et archivé par l'ap-
plicateur dans lequel figure notamment :

- la note de calcul justifiant le dimensionnement,
- l'enregistrement des données relatives au cycle de polymérisation (durée, température de surface, pression),
- le n° d'ordre de fabrication de la chemise,
- les rapports vidéo,
- les incidents éventuels,
- les résultats d'essais en application du référentiel de certification.
- les éventuels échanges informant BKP BEROLINA des spécificités particulières du projet

Pour chaque chantier, une série d'éprouvettes est constituée par cof-
frage au niveau d'un regard afin de vérifier la conformité des caracté-
ristiques mécaniques du produit final.

8.3 Contrôles externes

8.31 BKP Berolina Polyester GmbH & CO KG

La société BKP BEROLINA POLYESTER GMBH & CO KG est certifiée EN
ISO 9001(2015).

Le système qualité et les contrôles internes réalisés par BKP BEROLINA
POLYESTER GMBH & CO KG font l'objet d'un suivi annuel par le CSTB.
Ces contrôles portent notamment sur :

- La conformité des matières aux spécifications du Dossier technique,
- Les dimensions,
- Les conditions de fabrication,
- Le conditionnement (y compris température).

8.32 Application

Les contrôles effectués par le CSTB sur la mise en œuvre des chemi-
sages polymérisés en place sont les suivants :

- Système qualité de chaque applicateur annuellement
- Visite de deux chantiers par an par applicateur pour :
 - Vérification du système de polymérisation (traction §5.21 et
pression tableau 3) et du bon état du matériel permettant la
mise en œuvre et le contrôle de la polymérisation
 - Etanchéité

- Structure de paroi du chemisage polymérisé
- Epaisseur de paroi du chemisage polymérisé
- Caractéristiques mécaniques à court-terme : essais de flexion trois
points à court terme (NF EN ISO 11296-4) pour chaque chemisage
mis en œuvre par un applicateur chaque année (si moins de 50
chemisages (échantillons) dans l'année, et essais optionnels au-delà
des 50 premiers chemisages).

B. Résultats expérimentaux

Les chemisages BEROLINA ont fait l'objet des essais suivants :

- Caractérisation du comportement mécanique en flexion à court
terme réalisée au Centre Technique et Scientifique du Bâtiment
(rapports CAPE AT 15-076-1 et CAPE AT 11-017 et CAPE 19-10180).
- Allongement à long terme en milieu acide de Material Testing Center
Foundation (réf. 03A0535 du 20/05/2005).
- Test d'abrasion suivant la norme NF EN 295-3 par Technische Uni-
versität Darmstadt (réf. 686ZA/09 du 11/03/2010).
- Essai de flexion à 3 points et du module d'élasticité.
- Essai de comportement au curage réalisé par l'Institut für Rohrlei-
tungsbaubau an der Fachhochschule Oldenburg (29/05/2012).

C. Références

C1. Données Environnementales et sanitaires ⁽¹⁾

Les chemisages BEROLINA LINER et BEROLINA HF-LINER ne font pas
l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Ils ne peuvent donc
revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

C2. Autres références

Plus de 3300 km de chemisage BEROLINA LINER et BEROLINA HF-
LINER ont été posés à ce jour en Europe dont près de 120 km en
France.

Le chemisage BEROLINA LINER est commercialisé depuis 1997.

(1) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

Tableaux et figures du Dossier Technique

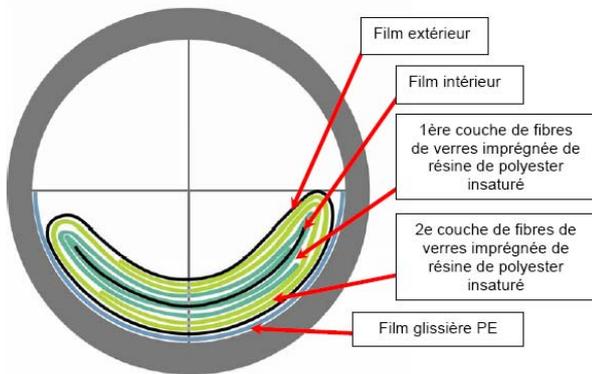


Figure 2 – BEROLINA-LINER ou HF-Liner non déployé

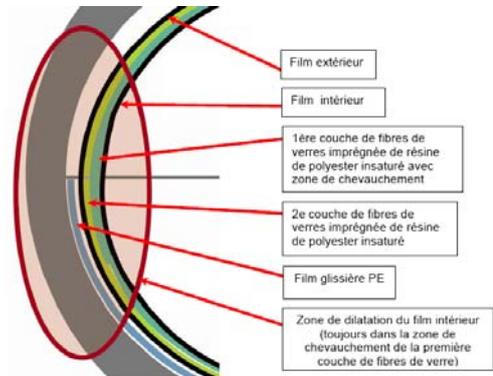


Figure 3 - BEROLINA-LINER ou HF-Liner-déployé

Tableau 1 : Epaisseur nominales et épaisseurs de calcul

Epaisseur nominale (mm)	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Epaisseur de calcul (mm)	3,0	3,5	4,0	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5

Tableau 2 – Tableau des tolérances dimensionnelles sur la conduite existante

DN (chemisage)	Diamètre minimal et périmètre de la conduite existante (mm)		Diamètre maximal et périmètre de la conduite existante (mm)	
	Diamètre	Périmètre	Diamètre	Périmètre
150	142	446	157	493
200	190	597	210	660
225	215	675	236	741
250	240	754	262	823
300	285	895	315	990
350	333	1046	368	1156
375	360	1131	394	1238
400	385	1210	420	1319
450	435	1367	472	1483
500	485	1524	525	1649
550	530	1665	577	1813
600	575	1806	630	1979
650	627	1970	682	2143
675	655	2058	708	2224
700	670	2105	735	2309
750	725	2278	778	2444
800	775	2435	840	2639
900	882	2771	930	2922
1000	980	3079	1035	3252
1050	1028	3230	1085	3409
1100	1078	3387	1135	3566
1136	1110	3487	1170	3676
1180	1155	3629	1215	3817
1200	1176	3695	1236	3883
1250	1225	3848	1275	4005
1270	1245	3911	1295	4068
1300	1274	4002	1326	4166
1350	1321	4150	1377	4326
1400	1372	4310	1428	4486
1500	1470	4618	1530	4807
1600	1567	4925	1648	5177

Tableau 3 – Table de montée en pression de la chemise

DIMENSION DE LA CHEMISE	≤ DN 375 mm	> DN 375 mm ≤ DN 500 mm	> DN 500 mm ≤ DN 600 mm	> DN 600 mm ≤ DN 800 mm	> DN 800 mm ≤ DN 1.000 mm	> 1.000 mm ≤ DN 1.600 mm
PRESSION INITIALE	100 mbar	50 mbar	50 mbar	50 mbar	50 mbar	15 mbar
VALEUR DU PAS DE PRESSION	50 mbar	50 mbar	50 mbar	50 mbar	25 mbar	15 mbar
DUREE DU PAS DE PRESSION	3 min	3 min	5 min	5 min	5 min	10 min
	TEMP EXT ≥ 10°C					Si TEMP ≥ 15°C
DUREE DU PAS QD	5 min	5 min	5 min	5 min	10 min	Contacter le responsable TECH BKP
	TEMP EXT < 10°C					Si TEMP < 15°C
PRESSION TRAVAIL NORMALE	600–1000 mbar	300–700 mbar	200–500 mbar	200-400 mbar	200-300 mbar	100-200 mbar
PRESSION TRAVAIL MAX	1.200 mbar	800 mbar	600 mbar	500 mbar	400 mbar	250 mbar

Durée du palier : période de stabilisation de la pression intérieure, nécessaire au déploiement des fibres de verre



Figure 4.1 : Insertion du préliner



Figure 4.2 : Fixation du câble de traction



Figure 4.3 : Traction de la chemise



Figure 4.4 : Mise en œuvre du train de lampes



Figure 4.5 : Polymérisation

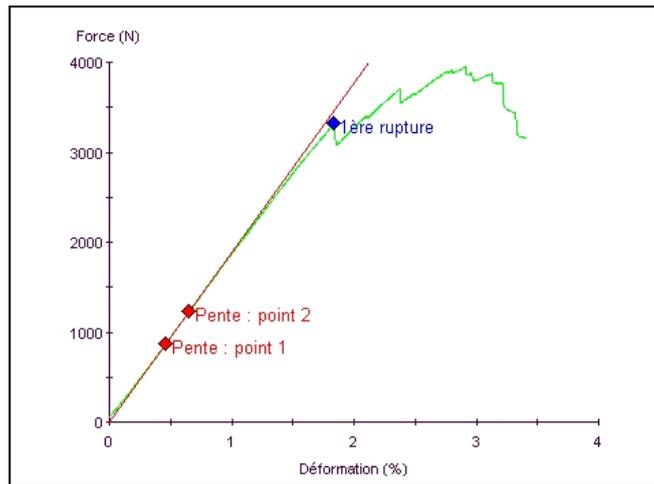


Figure 5 – Courbe effort-déformation type de chemisage polymérisé BEROLINA LINER ou BEROLINA HF-LINER soumis à un essai de flexion 3 points dans les conditions expérimentales de la norme NF EN ISO 11296-4