DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

17.2/15-294_V3

Valide du **15 décembre 2023**

au **30 novembre 2024**

Sur le procédé

BRANDENBURGER BB 2.5 Liner

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

Titulaire(s) : Société BRANDENBURGER LINER GmbH

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 17.2 - Réseaux et épuration / Réseaux

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

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

www.ccfat.fr

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version annule et remplace le DTA 17.2/15-294_V2. Cette version intègre les modifications suivantes : • Mise à jour des caractéristiques mécaniques à court terme selon la jurisprudence sur la famille.	Abdel Kader LAKEL	Christian VIGNOLES
V2	Cette version annule et remplace le DTA 17.2/15-294_V1. Cette version intègre les modifications suivantes : • Modification du format de document et mise à jour des termes et textes de références.	Abdel Kader LAKEL	Christian VIGNOLES

Descripteur :

Le procédé Brandenburger BB 2.5 Liner permet la rénovation par l'intérieur de canalisations d'assainissement gravitaire.Celui-ci utilise 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 ultra -violet.

Ces deux phases sont à la charge de l'Applicateur.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 4
1.1. Domaine d'emploi accepté 4
1.1.1. Zone géographique 4
1.1.2. Ouvrages visés 4
1.2. Appréciation 4
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 4
1.2.2. Durabilité de l'ouvrage 4
1.2.3. Impacts environnementaux 5
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5
2. Dossier Technique 6
2.1. Mode de commercialisation 6
2.1.1. Coordonnées 6
2.1.2. Identification 6
2.1.3. Mode de commercialisation 6
2.2. Description 6
2.2.1. Principe 6
2.2.2. Caractéristiques des composants 6
2.2.3. Caractéristiques du produit (stade « I ») 7
2.3. Disposition de conception 8
2.3.1. Détermination des longueurs 8
2.3.2. Dimensionnement mécanique 8
2.3.3. Dimensionnement hydraulique 9
2.4. Disposition de mise en œuvre 9
2.4.1. Opérations préalables 9
2.4.2. Tractage 9
2.4.3. Déploiement et application 9
2.4.4. Polymérisation 10
2.4.5. Traitement des extrémités 10
2.4.6. Réalisation des raccordements 10
2.4.7. Essais préalables à la réception 10
2.4.8. Remise en service 11
2.5. Maintien en service du produit ou procédé 11
2.6. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 11
2.6.1. Production des chemises 11
2.6.2. Stockage, manutention et transport 11
2.6.3. Contrôles réalisés par BRANDENBURGER 11
2.6.4. Contrôles réalisés par l'Applicateur 11
2.6.5. Contrôles externes 12
2.7. Mention des justificatifs 13
2.7.1. Résultats Expérimentaux 13
2.7.2. Références chantiers 13
2.8. Annexe du Dossier Technique – Figures et tableaux 14

1. Avis du Groupe Spécialisé

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

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

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

1.1.2. Ouvrages visés

Ce procédé est destiné à la rénovation de canalisations d'assainissement circulaires ou non, à écoulement gravitaire, utilisées pour véhiculer des eaux pluviales et eaux usées domestiques, en systèmes séparatif et unitaire.

Il concerne l'application du chemisage de regard à regard en excluant les applications en chemisage partiel.

Le procédé de réhabilitation par chemisage Brandenburger BB $^{2.5}$ Liner peut s'appliquer à des canalisations circulaires dont le diamètre intérieur varie de 150 à 1600 mm, constituées de matériaux de différentes natures : béton, grès, fibre-ciment...

Les caractéristiques géométriques admissibles pour la mise en œuvre d'une chemise Brandenburger BB $^{2.5}$ Liner dans le cas de canalisations non circulaires sont les suivantes :

- périmètre maximum de l'ouvrage 5,02 m,
- ovoïdes d'un périmètre intérieur maximal de 5,02 m
- rayons de courbure supérieurs ou égaux à 18,25 cm en tout point,
- absence d'intrusions longitudinales.

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

Cet Avis ne vise pas le traitement des raccordements éventuels.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

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

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 § 2.2.2.3 et 2.4 du Dossier Technique.

1.2.1.2. Aspects sanitaires

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

1.2.1.3. Aptitude à l'emploi

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

- étanchéité,
- tenue mécanique,
- capacité hydraulique du réseau,
- résistance à l'abrasion,
- résistance au curage.

1.2.2. Durabilité de l'ouvrage

La durabilité des ouvrages rénovés avec les chemisages Brandenburger BB $^{2.5}$ 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 § 2.5 du Dossier Technique.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le produit Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner ne dispose d'aucune déclaration Environnementale (DE) et ne peut 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.

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.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le choix des outils d'hydrocurage doit faire l'objet de vérifications 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.

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.

La durée de stockage des chemisages additivés de peroxyde doit impérativement être limitée conformément aux préconisations du dossier technique.

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaires(s) :	Société BRANDENBURGER LINER GmbH Taubensuhlstrasse 6 D-76 829 LANDAU ALLEMAGNE Tél. : + 49 63 41 51 04-0 Internet : https://www.brandenburger-liner.com/fr/ E-mail : info@brandenburger.de
Usine :	D- 76 829 LANDAU - ALLEMAGNE

2.1.2. Identification

Les chemisages polymérisés en place Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner sont mis en œuvre par un applicateur faisant l'objet des contrôles externes décrits dans le § 2.6.5.2 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 : Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner,
- l'épaisseur de paroi nominale,
- la matière,
- le code date de production et la date de réalisation du chantier.

2.1.3. Mode de commercialisation

La société Brandenburger Liner GmbH & Co fabrique et distribue les chemises Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner.

La mise en œuvre du procédé Brandenburger est confiée à un applicateur formé par la société Brandenburger Liner GmbH & Co.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner et sa mise en œuvre répondent aux spécifications de la norme NF EN ISO 11296-4.

Le procédé de rénovation par le procédé Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner consiste en l'introduction par tractage, dans la canalisation à traiter, d'une chemise constituée de tissus de fibres de verre imprégnés de résine Polyester, durcissable sous l'action de rayons UV. Celle-ci est appliquée sous pression d'air sur la surface interne de la canalisation, puis polymérisée par le passage d'un chariot muni de lampes UV.

Le chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner est disponible en deux variantes, avec ou sans membrane semi-permanente extérieure intégrée (film de glisse), pour répondre à des conditions de mise en œuvre différentes.

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.

Tenue mécanique

Le chemisage est dimensionné mécaniquement conformément au § 2.3 du dossier technique.

Capacité hydraulique du réseau

La nouvelle capacité hydraulique de la canalisation rénovée doit être évaluée conformément au § 2.3 du dossier technique.

Des travaux de préparation peuvent être nécessaires.

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

2.2.2. Caractéristiques des composants

Le chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner comprend un ensemble de tissus de verre imprégné de résine Polyester insaturé (UP) enveloppé de part et d'autre de membranes de protection, la membrane temporaire intérieure étant retirée après durcissement de la résine (Voir figure 1).

2.2.2.1. Matrice

Les couches de fibre de verre (tissé (couche 4) et non tissé (couche 3) de la figure 1 en annexe), utilisées pour la confection de la matrice sont de type E-CR (pour usage en milieu acide au sens de la norme NF EN ISO 2078).

Les fibres de verres sont conformes aux normes NF EN 14020-1, 2 et 3.

2.2.2.2. Membrane

Suivant les deux variantes (Voir figure 1), la chemise Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner comprend deux ou trois membranes intérieures et extérieures :

- Membrane temporaire intérieure tubulaire, résistant au styrène ; la membrane intérieure est retirée une fois la polymérisation terminée (couche 1 de la figure 1).
- En variante 1 : Une membrane semi-permanente extérieure, de protection anti-UV, sur la totalité de la circonférence, soudée latéralement, et de couleur grise (couche 5).
- En variante 2 : Une deuxième membrane semi-permanente extérieure renforcée (film de glisse) sur les 2/3 inférieurs de la circonférence, et de couleur blanche. Son rôle est d'éviter les endommagements mécaniques lors de la mise en œuvre (couche 6). Une membrane adhésive supplémentaire de couleur bleue (joint de dilatation) recouvre le tiers supérieur du chemisage (couches 7).

La chemise Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner est toujours livrée en variante 2 pour les DN ≥ 600. Cette variante est fournie sur demande pour les DN < 600.

2.2.2.3. Système de résine

Les résines synthétiques photopolymérisables utilisées sont de type polyester insaturé (UP) contenant un photoamorceur UV spécial assurant la polymérisation.

Les caractéristiques de ces résines sont les suivantes :

Résine	Polyester insaturé (UP)
Type selon DIN 16946	1140
Groupe : Selon la norme EN 13121	4

Des charges minérales ainsi qu'un additif sensibilisant la résine à la lumière UV sont ajoutés à la résine de base afin de permettre l'élaboration et la mise en œuvre du chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner.

Les chemises dont l'épaisseur est supérieure à 15 mm sont additivées en peroxyde afin d'assurer la polymérisation sur la totalité de l'épaisseur.

Les caractéristiques des systèmes de résine sont déposées au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

2.2.3. Caractéristiques du produit (stade « I »)

Le chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner est conforme aux exigences de la norme NF EN ISO 11296-4.

Les caractéristiques suivantes sont spécifiques au chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner.

2.2.3.1. Dimensions

2.2.3.1.1. Diamètre

Le diamètre nominal de la gamme des chemisages Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner correspond au diamètre interne du tuyau à rénover.

Le diamètre réel de production correspond au diamètre nominal diminué de 5 %.

2.2.3.1.2. Epaisseur

Le complexe verre/résine comprend plusieurs couches de tissus de fibre de verre pré-imprégnés, le nombre de couches étant déterminé en fonction de l'épaisseur à obtenir pour reprendre :

- Les pressions dues au remblai,
- Les pressions hydrostatiques extérieures,
- Les charges d'exploitation roulantes ou permanentes.

La fabrication par enroulement des bandes pré-imprégnées permet, pour chaque diamètre, la réalisation de chemises d'épaisseur nominale comprises entre 3,5 mm et 15 mm sans peroxyde et de 15 mm à 25, 2 mm avec peroxyde. Les épaisseurs nominales sont déterminées par pas de 0,7 mm.

Les épaisseurs de dimensionnement (épaisseur structurante) correspondent aux valeurs nominales (épaisseur totale sans les membranes externes au stade I).

L'épaisseur de dimensionnement mécanique du chemisage, mesurée par essai, doit être supérieure ou égale à l'épaisseur minimale calculée en conception (méthode 3R 2014 v2017).

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

Au niveau du radier et du sommet du chemisage polymérisé l'épaisseur est augmentée de 0,5 mm en raison de la présence des bandes de traction.

2.2.3.1.3. Longueur

Les longueurs maximales des chemises Brandenburger BB^{2,5} Liner correspondent à la longueur maximale que l'on peut placer dans une caisse ou tracter par un treuil, ou encore à la longueur utile du câble du chariot de lampes. A ce jour, et à titre indicatif, les longueurs maximales fabriquées sont de l'ordre de 300 m.

2.2.3.2. Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques permettant de dimensionner mécaniquement le chemisage soumis aux différentes actions sont les suivantes selon la norme NF EN ISO 11296-4 : 2018 :

Caractéristiques		Valeur minimale	Méthode d'essai
Coefficient de Poisson (ν)		0,30	-
Contrainte de flexion garantie à rupture (σfb,k)	A court terme	289,5 MPa	NF EN ISO 11296-4 version 2018
Allongement de flexion garanti à rupture (εfb,k)		1,75 %	
Module de flexion garanti (Eo,k)		17012 MPa	
Module de flexion en milieu humide garanti à 50 ans (E50,k)	A long terme	6 210 MPa	
Contrainte de flexion (σfb,L,k)		144,7 MPa*	
Allongement de flexion en milieu acide (εLT)		1,01 %	

* valeur conventionnelle égale à 50% de la contrainte en flexion garantie à court terme.

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.

La mesure de ces caractéristiques est basée sur la valeur de l'épaisseur de la couche totale diminuée de l'épaisseur des membranes externes.

2.2.3.3. Résistance à l'abrasion

Dans les conditions de la norme NF EN 295-3 (essai dit de Darmstadt), le chemisage Brandenburger BB^{2,5} Liner présente une diminution d'épaisseur de 0,07 mm après 200 000 glissements.

2.2.3.4. Résistance au curage

La résistance au curage est démontrée au moyen de l'essai réalisé conformément à la norme[1] DIN 19523.

2.3. Disposition de conception

Le dimensionnement mécanique du chemisage et la vérification de la capacité hydraulique de la canalisation rénovée doivent être réalisés par l'applicateur titulaire du certificat NF.

L'étude préalable doit être réalisée sous contrôle du maître d'œuvre.

Une étude préalable basée sur une inspection vidéo, suivie d'une reconnaissance de chantier et d'un repérage précis de chacune des portions à traiter, permet de déterminer ou confirmer les éléments conditionnant le dimensionnement et la faisabilité de la mise en œuvre du chemisage Liner Brandenburger. 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.

2.3.1. Détermination des longueurs

La longueur effectivement traitée 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.

2.3.2. Dimensionnement mécanique

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

[1] DIN 19523: Requirements and test methods for determination of the jetting resistance of components of drains and sewers. Disponible à l'adresse : http://www.din.de

Cette méthode de calcul nécessite de connaitre l'état de la canalisation existante et de son environnement. A minima la note de calcul doit préciser les hypothèses prises en compte (caractéristiques des matériaux, charges...), la nature des vérifications effectuées et les conditions limites.

Les différents tronçons de la conduite sont dimensionnés à partir des valeurs caractéristiques du chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner à court et long terme indiquées dans les tableaux du § 2.2.3.2 et sur la base des épaisseurs de calcul correspondant à l'épaisseur de paroi la plus faible.

2.3.3. Dimensionnement hydraulique

L'étude préalable doit justifier du choix de la technique de réhabilitation et notamment de la capacité hydraulique du réseau sur la base des données du Memento Technique 2017 (ASTEE ex. Instruction 77.284/INT de juin 1977).

Appliquée à une canalisation dégradée, la rénovation réalisée à l'aide de chemisages Brandenburger BB$^{2.5}$ 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.

2.4. Disposition de mise en œuvre

Les règles de mise en œuvre devant être respectées sont basées sur les spécifications de la norme NF EN ISO 11296-4 et les recommandations établies par l'ASTEE. 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 définis dans le §2.6 du Dossier Technique.

Les matériels ainsi que les procédures spécifiques à la mise en œuvre et à la polymérisation de la chemise Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner sont décrits dans un manuel de pose détaillé déposé au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment et servant de référentiel à l'applicateur.

2.4.1. Opérations préalables

2.4.1.1. Effluents

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

2.4.1.2. Curage

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

2.4.1.3. 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,
- De repérer des branchements éventuels.

Un enregistrement vidéo est réalisé pour chaque tronçon.

2.4.2. Tractage

2.4.2.1. Insertion dans la canalisation

La chemise est introduite dans la canalisation par le regard de visite puis mise en place par traction à l'aide d'un treuil (Voir figure 2). Suivant l'état de la canalisation, et dans le but de protéger la chemise, il peut être recommandé de mettre en place auparavant une bande de préliner.

En présence de nappe phréatique la version 2 de Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner est recommandée.

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.

Les forces de traction maximales à respecter lors de l'insertion dans la canalisation figurent dans le tableau 2 en annexe.

2.4.3. Déploiement et application

Afin de déployer la chemise Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner dans la canalisation, les différentes étapes suivantes sont réalisées :

- Mise en place d'un sas aux 2 extrémités,
- Mise sous pression progressive de la chemise à l'air comprimé.

Les paliers de pression à appliquer en fonction de la température de stockage et de la géométrie du tuyau sont les suivants :

Température de stockage	Géométrie du tuyau	Paliers de pression
5°C ≤T°≤10°C	Circulaire	Paliers de 50 mbar par intervalle de 5 min pour les trois premiers paliers puis paliers de 100 mbar par intervalles de 5 min
10°C <T°≤30°C	Circulaire	Paliers de 50 mbar par intervalle de 10 min pour les trois premiers paliers puis paliers de 100 mbar par intervalles de 10 min
5°C ≤T°≤30°C	Ovoïde	Paliers de 50 mbar par intervalles de 10 min

Pour les formes circulaires, le temps minimum de déploiement doit être supérieure à 30 minutes avant le démarrage de la polymérisation.

Pour les formes ovoïdes, le temps minimum de déploiement doit être supérieure à 45 minutes avant le démarrage de la polymérisation.

- La valeur de la pression maximale à appliquer est fonction du diamètre :

Diamètre intérieur (mm)	Pression (mbar)
150 – 400 (inclus)	300 - 600
200/300 Ovoïde	
250/375 Ovoïde	
300/400 Ovoïde	
450 – 500 (inclus)	400 - 500
400/600 Ovoïde	
550 – 800 (inclus)	250 - 400
500/750 Ovoïde	
570/860 Ovoïde	
600/900 Ovoïde	
900 – 1200 (inclus)	200- 250
700/1050 Ovoïde	
800/1200 Ovoïde	
900/1350 Ovoïde	
1200 à 1600	150 - 250
1000/1500 à 1200/1800	

2.4.4. Polymérisation

En fonction des caractéristiques de la chemise (diamètre, épaisseur etc..) de la puissance des lampes et de leur nombre, la vitesse d'avancement du chariot doit être adaptée.

En fonction du matériel dont dispose l'applicateur, la société Brandenburger fixe la vitesse d'avancement de la source de rayonnement à respecter.

Une fois la chemise mise en œuvre, la pression d'air est coupée, un sas est ouvert et un chariot équipé de lampes UV éteint est introduit à l'intérieur. Le sas est refermé puis la pression rétablie.

Le chariot (lampes UV éteintes) est tracté à l'autre extrémité de la canalisation, à l'aide d'un filin équipant d'origine les chemises Brandenburger BB^{2,5} Liner.

Grâce à la caméra vidéo équipant le chariot, cette phase permet de vérifier la bonne application de la chemise, avant de démarrer la polymérisation.

Ensuite les lampes sont allumées et le chariot est tracté vers le sas où il a été introduit, à une vitesse contrôlée qui est définie en fonction de la puissance des lampes, de leur nombre et des dimensions de la chemise (Voir figure 3).

Lors de cette phase, les températures du chemisage doivent être comprises entre 80 et 140°C.

Après durcissement, les extrémités sont découpées, la membrane intérieure est retirée par réversion.

2.4.5. Traitement des extrémités

La liaison entre le regard et le chemisage est réalisée à l'aide d'un mortier à base de résine ou à l'aide d'un joint hydrogonflant (HYDROTITE).

2.4.6. Réalisation des raccordements

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

2.4.7. 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 les tableaux du § 2.2.3.2 sont les valeurs requises pour les essais mécaniques de réception des travaux.

2.4.8. Remise en service

Les effluents déviés pendant la mise en œuvre du chemisage, sont alors redirigés dans la canalisation réhabilitée.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

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 limites 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 jet
- fixe – 30° d'angle pour l'utilisation la plus classique),
- Le curage se fait en sens inverse de l'écoulement.

L'usage de dispositifs à chaînes est proscrit.

2.6. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.6.1. Production des chemises

Les chemises sont entièrement préfabriquées en usine par la société BRANDENBURGER Liner GmbH & Co à Landau en Allemagne et spécifiquement pour chaque chantier en fonction du diamètre et de la longueur de la canalisation existante et de l'épaisseur nécessaire à la reprise des efforts mécaniques.

Les différentes étapes de préfabrication sont les suivantes :

- Pré-imprégnation de bandes en tissus de fibres de verre de largeur 0,63 m et épaisseur 0,8 mm.
- Stockage intermédiaire des rouleaux de bandes pré-imprégnées pour la stabilisation de la résine.
- Fabrication de la chemise par enroulement hélicoïdal des bandes pré-imprégnées autour d'un noyau central de diamètre réglable, pré-équipé de la membrane temporaire tubulaire de protection intérieure. Ce mode de fabrication permet la réalisation d'une chemise sans couture.
- La chemise ainsi constituée reçoit 2 bandes longitudinales de tissu de fibres de verre dont la fonction sera la reprise des efforts de traction lors de la mise en place sur site. Ces bandes sont repérables au niveau de la section du chemisage polymérisé par la présence de fils de couleur rouge.
- Adjonction de la membrane de protection thermo-soudé extérieur anti UV et étanche au styrène.
- Mise en œuvre de la 2ème membrane extérieure et de l'adhésif (variante 2).

2.6.2. Stockage, manutention et transport

Chaque chemise Brandenburger $BB^{2.5}$ Liner est emballée et stockée par empilage en plis successifs dans une caisse en bois.

Ainsi conditionnée, elle doit être entreposée et transportée à une température comprise entre +5 et +30°C, dans un endroit abrité pendant une durée maximum de 26 semaines après la date de production. Pour les chemises additivées de peroxyde, la durée maximum de stockage est de 2 semaines après la date de production.

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

La date limite d'utilisation est indiquée sur les documents fixés sur la caisse.

2.6.3. Contrôles réalisés par BRANDENBURGER

Les contrôles effectués par BRANDENBURGER Liner GmbH & Co sur les matières premières et en production sont définis dans le cadre d'un plan d'assurance qualité déposé au CSTB.

2.6.4. Contrôles réalisés par l'Applicateur

2.6.4.1. Commande

La commande d'une chemise Brandenburger $BB^{2.5}$ Liner fait l'objet des spécifications suivantes :

- appellation : $BB^{2.5}$,
- diamètre de canalisation,
- épaisseur de chemise,
- longueur de chemise,
- éventuellement références du chantier (avec attribution d'un ordre de fabrication pour chaque tronçon commandé).

2.6.4.2. 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.

2.6.4.3. 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 BRANDENBURGER.

2.6.4.4. Archivage des données

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

- la note de calcul justifiant le dimensionnement,
- l'enregistrement des données relatives au cycle de polymérisation (durée, pression, conditions de polymérisation),
- le n° de lot de la résine et n° d'ordre de fabrication de la chemise,
- les rapports vidéo,
- les incidents éventuels,
- les résultats d'essais en application du référentiel de certification.

Pour chaque chantier, une série d'éprouvettes est constituée par coffrage au niveau d'un regard afin de vérifier la conformité des caractéristiques mécaniques du produit polymérisé.

La conformité du produit aux exigences propres à l'ouvrage sera basée sur les valeurs obtenues sur les échantillons prélevés au sommet de la canalisation pour tenir compte des possibilités de prélèvement.

2.6.5. Contrôles externes

2.6.5.1. BRANDENBURGER

Le système qualité et le contrôle interne réalisé par Brandenburger font l'objet d'un suivi annuel par le CSTB. Les contrôles portent sur :

- La conformité des matières aux spécifications du dossier technique,
- Les dimensions,
- Les conditions d'imprégnation si objet,
- Le conditionnement (y compris température et conditions de stockage).

Les rapports de suivi sont transmis au secrétariat des avis techniques.

2.6.5.2. Application

Le suivi externe de la mise en œuvre des chemisages polymérisés en place à l'aide des chemises décrites dans le présent Dossier se fait de la manière suivante :

- Chaque applicateur déclare au secrétariat des Avis Techniques tous les chantiers réalisés à partir de la chemise sous DTA. La déclaration de chantier comprend notamment la note de calcul de dimensionnement et le rapport d'étanchéité de réception.
- Le suivi est réalisé chaque année, pour chaque applicateur.

Il comprend par applicateur :

- Le suivi du système qualité,
- La visite de deux chantiers par an (dispositions d'allègement possibles après trois années de conformité) pour vérification :
    - du système de polymérisation, des paramètres de mise en œuvre décrits dans le Dossier Technique, du bon état du matériel permettant la mise en œuvre et de la polymérisation,
    - de l'étanchéité,
    - de la structure de paroi du chemisage polymérisé,
    - de l'épaisseur de paroi du chemisage polymérisé.
- Chaque applicateur fait réaliser par un laboratoire reconnu par le secrétariat des Avis Techniques des essais de flexion trois points à court terme (NF EN ISO 11296-4) sur les échantillons de chemisage (tirs) issus de ses chantiers déclarés auprès du secrétariat des Avis Techniques,
- Chaque applicateur, chaque année, doit déclarer au secrétariat des Avis Techniques un minimum de 50 chemisages (tirs) par type de système de polymérisation (par exemple vapeur ou UV) et également un minimum de 10 chemisages par DTA pour lequel il est déclaré.

2.7. Mention des justificatifs

2.7.1. Résultats Expérimentaux

Les chemisages Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner ont fait l'objet notamment des tests suivants :

- Caractérisation mécanique à court terme réalisés au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (rapport EAU 22-09901--14610).
- Caractérisation mécanique à long terme :
  - Module de flexion en milieu humide (rapport du CSTB CAPE AT 15-101),
  - Allongement à long terme en milieu acide réalisé par le laboratoire Siebert et Knipschild (rapport n° 14-210-00694 du 27/05/2015)
- Essai de résistance au curage suivant la norme DIN 19523 (rapport Siebert et Knipschild n° 13-210-00355-PB du 21/02/2013) et 13-510-18190-SB du 25/04/2013).
- Test d'abrasion suivant la norme NF EN 295-3 (rapport Siebert et Knipschild n° 1347671 du 14/05/2013).

Les chemisages Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner font l'objet d'un agrément délivré par le DIBT (Institut Allemand pour la Technique de Construction), n° Z-42.3-490.

Les essais de comportement mécanique sont réalisés dans les conditions figurant dans le référentiel de la marque NF 390.

2.7.2. Références chantiers

Environ 400 km de chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner sont posés chaque année dont environ 45 km en France.

2.8. Annexe du Dossier Technique – Figures et tableaux

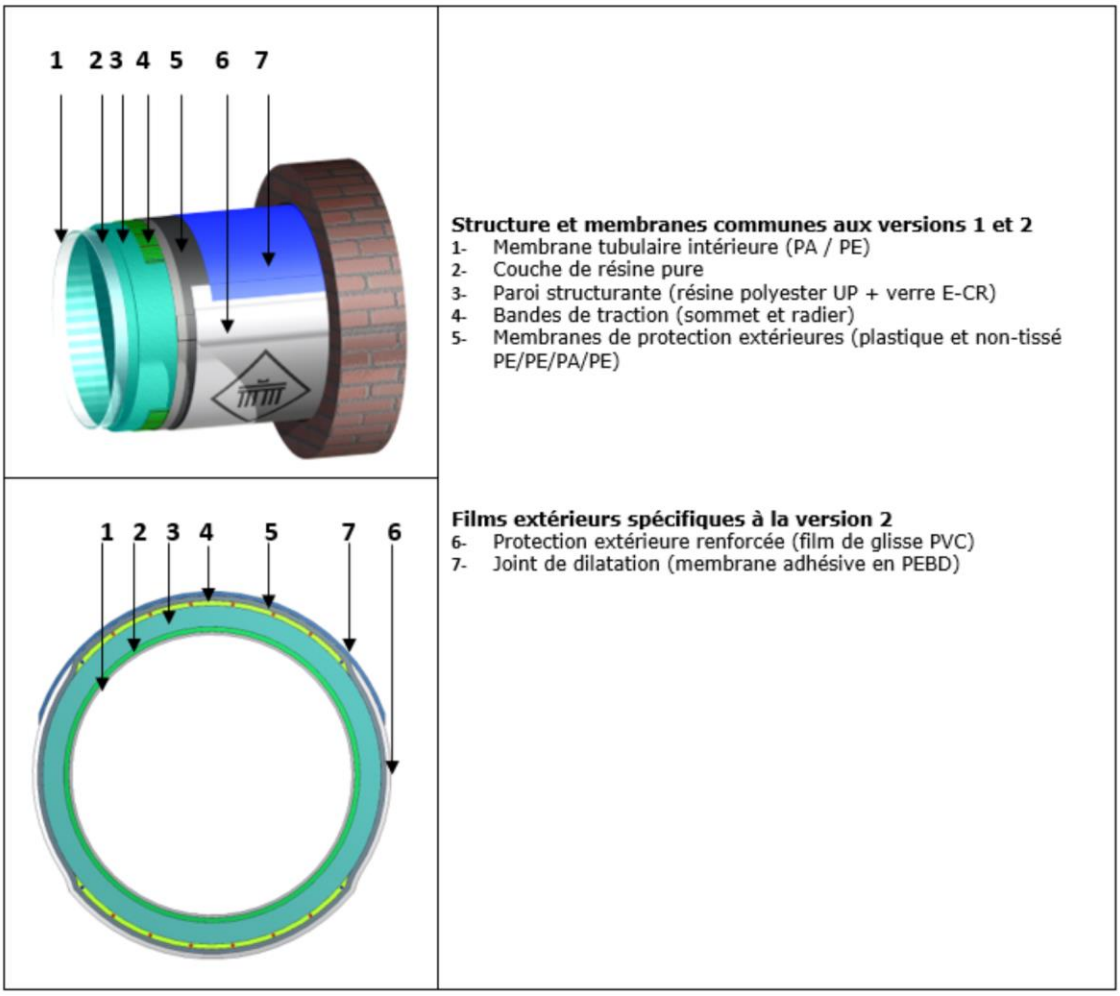

Figure 1 – Structure du chemisage Brandenburger BB^{2,5} Liner

Epaisseur nominale	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4	9,1	9,8	10,5	11,2
Epaisseur de dimensionnement (mm)	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4	9,1	9,8	10,5	11,2
Epaisseur nominale	11,9	12,6	13,3	14,0	14,7	15,4	16,1	16,8	17,5	18,2	18,9	19,6
Epaisseur de dimensionnement (mm)	11,9	12,6	13,3	14,0	14,7	15,4	16,1	16,8	17,5	18,2	18,9	19,6
Epaisseur nominale	20,3	21	21,7	22,4	23,1	23,8	24,5	25,2				
Epaisseur de dimensionnement (mm)	20,3	21	21,7	22,4	23,1	23,8	24,5	25,2				

Tableau 1 – Epaisseur nominale et épaisseur de dimensionnement

Diamètre extérieur de la chemise (mm)	Force de traction maximale (kN)
150	15
200 -250	30
300 - 450 Profil ovoïde 200/300 à 350/525	40
500 - 690 Profils ovoïdes 400/600 à 500/750	90
700 - 1200 Profil ovoïde 570/860 à 900/1350	120
1600≥Dext>1200 Profil ovoïde 1000/1500 à 1200/1800	150

Tableau 2 – Forces de traction maximales lors de la mise en œuvre

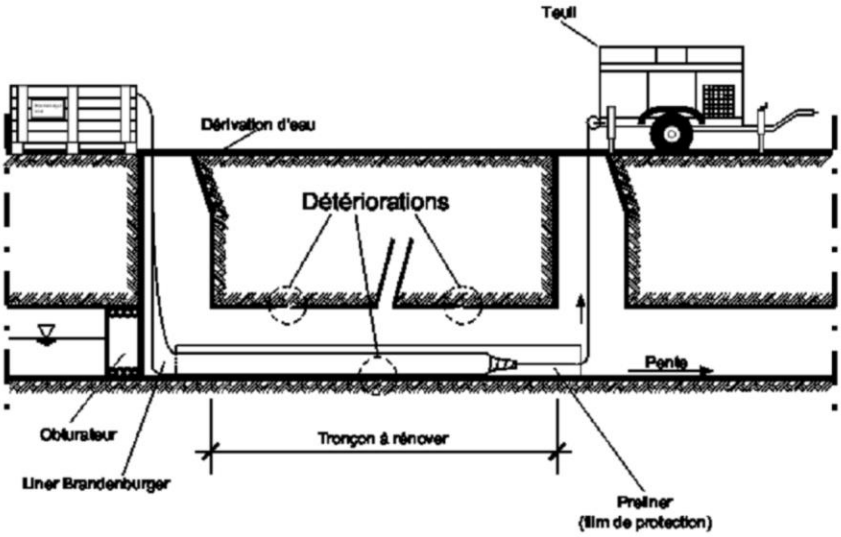

Figure 2 – Mise en œuvre de la chemise Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner par traction

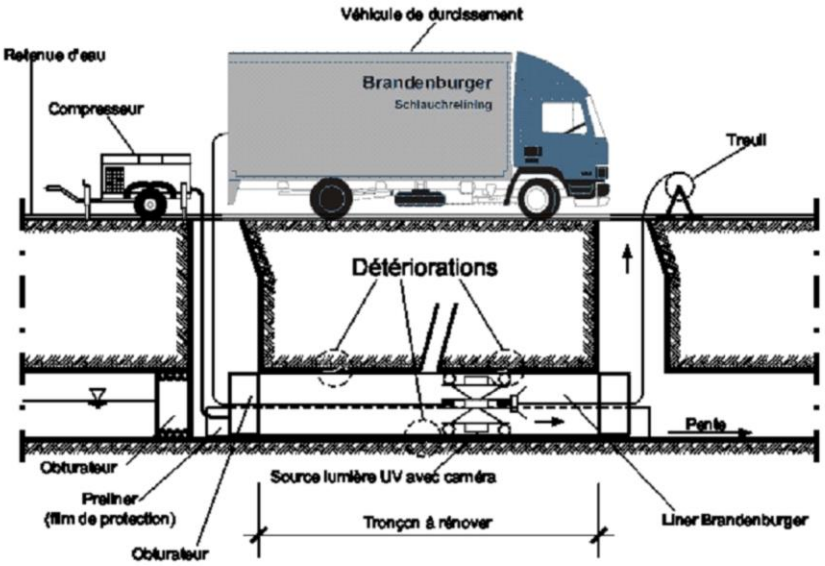

Figure 3 – Polymérisation de la chemise Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner à l'aide de lampes UV.

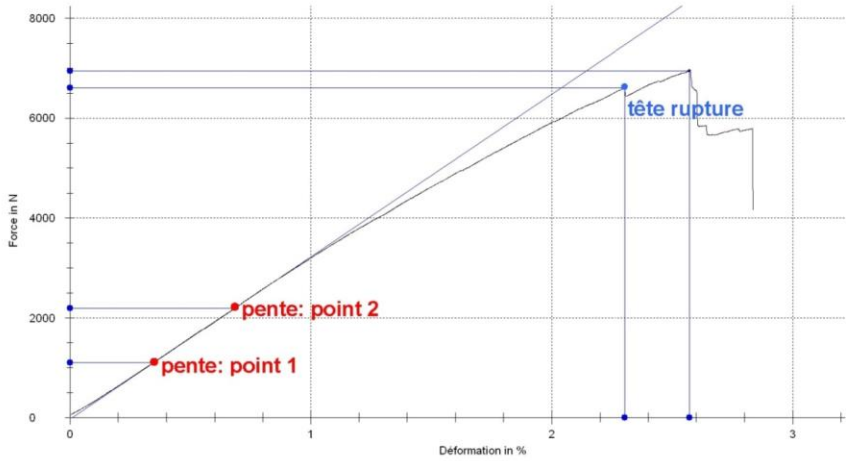

Figure 4 – Courbe effort-déformation type du chemisage Brandenburger BB$^{2.5}$ Liner soumis à un essai de flexion 3 points dans les conditions expérimentales de la norme NF EN ISO 11296-4