

Sur le procédé

BUDA NC LINE

Titulaire : Société BUDAPLAST
Internet : www.budaplast.hu

Distributeurs : Société IPS Interpipe Solution
Internet : www.interpipesolution.ch
Société HPS Hydro Pipe Solutions
Internet : www.hydropipesolutions.com

Descripteur :

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

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

Groupe Spécialisé n° 17.2 - Réseaux et épuration / Réseaux

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

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1 (12-2020)	Première version de l'Avis Technique.	Abdel Kader LAKEL	Christian VIGNOLES

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Définition succincte	5
1.1.1.	Description succincte	5
1.1.2.	Identification	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	5
1.2.3.	Prescriptions Techniques	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
2.	Dossier Technique.....	8
2.1.	Données commerciales	8
2.1.1.	Coordonnées	8
2.2.	Généralités.....	8
2.2.1.	Définition	8
2.2.2.	Description générale.....	9
2.2.3.	Référentiels	9
2.3.	Matières premières.....	9
2.3.1.	Verre	9
2.3.2.	Résine	9
2.3.3.	Agrégats	9
2.4.	Identification du produit.....	9
2.4.1.	Configuration de la paroi des produits.....	9
2.4.2.	Emboîtement des produits.....	10
2.4.3.	Equipement des coques.....	10
2.4.4.	Dimensions des coques	10
2.4.5.	Qualité de la surface - aspect.....	11
2.5.	Fabrication	11
2.5.1.	Coques	11
2.6.	Caractéristiques mécaniques, physiques et chimiques.....	11
2.6.1.	Caractéristiques mécaniques spécifiques aux coques BUDA NC LINE	11
2.6.2.	Comportement vis à vis de l'abrasion.....	12
2.6.3.	Stabilité thermique	12
2.6.4.	Coefficient de dilatation thermique	12
2.6.5.	Etanchéité	12
2.6.6.	Résistance au curage	13
2.7.	Marquage.....	13
2.8.	Contrôles qualité.....	13
2.8.1.	Contrôles internes	13
2.8.2.	Contrôles externes	13
2.9.	Dimensionnement mécanique	13
2.10.	Dimensionnement hydraulique.....	14
2.11.	Mise en œuvre	14
2.11.1.	Travaux et études préalables	14
2.11.2.	Manutention	14
2.11.3.	Transport et stockage	14
2.11.4.	Mise en œuvre	14

2.12.	Entretien et réparation.....	15
2.13.	Résultats expérimentaux.....	15
2.14.	Références	15
2.14.1.	Données Environnementales ⁽¹⁾	15
2.14.2.	Autres références	15
2.15.	Annexes du Dossier Technique.....	16

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 17.2 - Réseaux et épuration / Réseaux de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 08 décembre 2020, le procédé **BUDA NC LINE**, présenté par la Société BUDAPLAST. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et dans les départements et régions d'Outre-mer (DROM).

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Les éléments de coques BUDA NC LINE préfabriqués par la société BUDAPLAST sont destinés à la réhabilitation par tubage avec espace annulaire, de collecteurs d'assainissement gravitaire visitables ou non visitables.

Les dimensions transversales extrêmes intérieures des produits fabriqués s'inscrivent dans la gamme 150 à 3200 mm.

Les éléments de coques sont fabriqués à partir de résine polyester renforcée de fibre de verre (PRV), d'un liner polyester, et sont munis d'un système d'emboîtement à tulipe incorporée.

La paroi des coques BUDA NC LINE comprend de l'intérieur vers l'extérieur :

- un liner, composé de résine polyester et fibres de verre,
- trois couches structurelles :
 - une couche barrière, composée de résine polyester et fibres de verre,
 - une couche centrale, composée de résine polyester, de fibres de verre et de sable,
 - une couche extérieure, composée de résine polyester et de fibres de verre, et recouverte d'une couche de sable grossier incrusté favorisant l'adhérence d'un coulis injecté dans l'espace annulaire lors de la mise en œuvre,

Les caractéristiques géométriques et mécaniques de ces coques dépendent de la géométrie et de l'état initial du réseau ainsi que de l'objectif de la réhabilitation. Elles font l'objet d'un dimensionnement spécifique pour chaque chantier.

1.1.2. Identification

Les coques BUDA NC LINE sont identifiables par un marquage conforme aux exigences de la marque QB.

Les indications suivantes sont portées sur chaque coque :

- Identification du fabricant : BUDAPLAST + site de fabrication,
- Appellation commerciale : BUDA NC LINE,
- Identification des composants : UP-GF, ECR-Glas,
- Epaisseur nominale de paroi,
- Référence chantier ou de la commande,
- Date de fabrication et repère de production,
- Dimensions (longueur utile, hauteur- largeur ou diamètre)

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

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

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

1.2.2. Appréciation sur le procédé

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

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

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

1.2.2.1.2. Données environnementales

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

1.2.2.1.3. 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 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.

1.2.2.2. Aptitude à l'emploi

Il n'y a pas de réglementation technique spécifique applicable aux procédés de rénovation des réseaux d'assainissement ; il convient néanmoins de prendre en considération en tant que référentiels techniques :

- Les « Recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » (ASTEE-TSM n°6-2017).
- Le Manuel sur l'état de l'art portant sur "le tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire", document réalisé dans le cadre du projet National d'Assainissement Urbain de juillet 2000 (RERAU 4) en ce qui concerne les coques non circulaires.
- Guide Technique portant sur la "Restructuration des collecteurs visitables" du groupe RERAU 4 (Tomes 1 et 2 publiés en 2002 et 2004).

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

Caractéristiques dimensionnelles

Les caractéristiques dimensionnelles de la section d'une coque BUDA NC LINE font l'objet d'une opération spécifique réalisée sur la base d'un contrôle préalable des caractéristiques dimensionnelles du réseau à réhabiliter. Cette opération permet de déterminer la section d'écoulement et l'importance de l'espace annulaire.

Étanchéité

Les assemblages et joints de type A et B ont fait l'objet d'essais de type qui permettent d'apporter la garantie d'étanchéité dans le domaine d'emploi considéré.

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

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

Tenue mécanique

La vérification de l'aptitude à la fonction mécanique attendue fait l'objet d'une étude spécifique pour chaque chantier.

La fonction mécanique est vérifiée conformément aux « Recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » (ASTEE-TSM n° 6-2017).

Les caractéristiques mécaniques des matériaux constituant les coques BUDA NC LINE sont adaptées au contexte du chantier à réaliser. Les caractéristiques mécaniques des coques nécessaires pour le dimensionnement sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques du produit		Valeur
Module d'élasticité en flexion garanti à court terme $E_{0,k}$	A court terme	12000 MPa
Contrainte de flexion garantie à court terme $\sigma_{fb,k}$		200 MPa
Allongement de flexion garanti à court terme $\epsilon_{fb,k}$		1,6 %
Module d'élasticité de flexion à long terme E_x garanti à 50 ans $E_{50,k}$	A long terme	7100 MPa
Contrainte de flexion à long terme $\sigma_{fb,L,k}$		98 MPa
Allongement limite à long terme en milieu acide ϵ_{LT}		0,7 %

Capacité hydraulique du réseau

Pour apprécier la nouvelle capacité hydraulique de la canalisation rénovée, il convient de tenir compte de la réduction substantielle de la section d'écoulement liée à l'espace annulaire et à l'épaisseur de la coque. La nouvelle capacité hydraulique doit donc être vérifiée en appliquant la méthode de calcul préconisée par la norme NF EN 16933-2 sur la base des données du Memento Technique 2017 (ASTEE – ex. Instruction 77.284/INT de juin 1977).

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

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

Abrasion

Les essais de d'abrasion réalisés par le Demandeur permettent de s'assurer du bon comportement de ces coques dans le domaine d'emploi considéré.

Corrosion

La conception des coques, les références fournies ainsi que les essais réalisés permettent de s'assurer du bon comportement de celles-ci en ambiance corrosive.

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

1.2.2.3. Durabilité – Entretien

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

Le réseau réhabilité à l'aide de coques BUDA NC LINE ne nécessite pas d'entretien particulier. Toutefois, les réseaux ainsi réhabilités doivent, comme les réseaux classiques, faire l'objet d'un entretien courant : curage, inspection, etc. réalisé conformément aux indications figurant au § 2.12 du Dossier Technique.

1.2.2.4. Fabrication et contrôle

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

La fabrication des coques BUDA NC LINE est réalisée en usine par le procédé d'enroulement sur mandrins aux dimensions spécifiques au chantier.

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

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

1.2.2.5. Mise en œuvre

Les règles de mise en œuvre décrites dans le Dossier Technique sont basées sur les recommandations établies par l'ASTEE et dans le manuel de l'art "Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire" réalisé dans le cadre du projet National d'Assainissement Urbain de juillet 2000 (RERAU 4).

Elles visent :

- l'étude préalable,
- la préparation de la canalisation existante,
- la gestion des effluents,
- la procédure de mise en place et les caractéristiques du coulis d'injection,
- la réalisation des finitions.

La mise en œuvre sur chantier, ne peut être réalisée que par du personnel spécialisé.

1.2.2.6. 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 n°02/2004).

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Caractéristiques des produits

Les caractéristiques des matériaux et produits entrant dans la constitution des coques BUDA NC LINE, doivent être conformes aux indications du Dossier Technique et aux caractéristiques mécaniques minimales déduites de la note de calcul.

1.2.3.2. Conception

Le dimensionnement mécanique des coques BUDA NC LINE est réalisé conformément aux indications du chapitre 1.2.2.2. ci-dessus.

La vérification de la capacité hydraulique du nouveau réseau doit être faite conformément à la norme NF EN 16933-2.

Chaque chantier fait l'objet d'une note de calcul qui est transmise au maître d'ouvrage avant démarrage des travaux.

1.2.3.3. Fabrication et contrôle

La réalisation des coques BUDA NC LINE, fait l'objet de contrôles tels que décrits dans le Dossier Technique.

1.2.3.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre des coques BUDA NC LINE est réalisée selon les indications du Dossier Technique en respectant notamment les caractéristiques mécaniques recommandées pour le coulis d'injection.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

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

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

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) : Société BUDAPLAST Kft.
 Iskola út 54,
 H-3033 Rózsaszentmárton
 Tél. : +36 37 384 438
 Internet : www.budaplast.hu

Usine : H-3033 Rózsaszentmárton

Distributeur(s) : Société IPS Interpipe Solution AG
 Gerbergasse 1 Postfach 240,
 4009 Basel Suisse
 Tél. : +41 61 515 63 00
 Email : info@interpipesolution.ch
 Internet : www.interpipesolution.ch

Société HPS Hydro Pipe Solutions
 75 impasse des Orvets
 ZA du Pré Chatelain
 FR – 38300 St SAVIN
 Tél. : 06 82 84 30 57
 Email : alexandre.lapeyre@hydropipesolutions.com
 Internet : www.hydropipesolutions.com

2.2. Généralités

2.2.1. Définition

Les éléments de coques préfabriqués BUDA NC LINE sont destinés à la réhabilitation par tubage avec espace annulaire. Ils comprennent des coques entières de formes circulaires ou non.

Figure 1 : Principe de réhabilitation par coque complète.



Les coques préfabriquées BUDA NC LINE sont utilisées pour des rénovations sans tranchée, d'ouvrages visitables ou non, notamment en brique, ciment, meulière, béton armé ou non et assurant le transport d'eaux pluviales, d'eaux usées domestiques ou assimilées.

Les ouvrages gravitaires à réhabiliter peuvent être préfabriqués ou non et de sections variables, normalisées ou non.

Des profils différents peuvent également être créés (arches, paraboliques, elliptiques...) pour répondre à des problématiques spécifiques à l'ouvrage à réhabiliter.

Les coques BUDA NC LINE respectent les spécifications de la norme ISO 16611 et EN 14364 décrivant les dimensions, exigences et essais des coques PRV non circulaires ou circulaires destinées à la réhabilitation ou à la pose en tranchée.

2.2.2. Description générale

Les coques BUDA NC LINE sont fabriquées à partir de fibres de verre incorporées à une matrice de résine thermodurcissable avec ajout de sable.

La forme extérieure des coques est choisie ou déterminée afin de s'inscrire au mieux à l'intérieur du collecteur à rénover.

La coque est complète et participe à la rénovation de la section totale du collecteur.

Les dimensions transversales extrêmes intérieures des produits fabriqués s'inscrivent dans la gamme 150 à 3200 mm.

Les longueurs sont unitaires variables en fonction des applications et des conditions spécifiques du projet (accès, section, moyens de calage, pente à respecter, poids des éléments) sont généralement comprises entre 1 et 3 m.

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

Les produits peuvent être assemblés selon différentes configurations (*Voir figure 3*) en fonction des conditions de leur utilisation et des besoins du client.

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

2.2.3. Référentiels

Les référentiels auxquels répondent les coques BUDA NC LINE sont les suivants :

Normes Produit :

- ISO 16611 pour les coques non circulaires,
- EN 14364 pour les coques circulaires,

Dimensionnement :

- « Recommandations pour le Dimensionnement de la Réhabilitation par Chemisage et Tubage des Réseaux d'Assainissement », ASTEE TSM 06-2017,

Recommandations de pose :

- Recommandations pour la Réhabilitation des Réseaux d'Assainissement de l'AGHTM (RRR 98) publiées en 1998.
- Manuel sur l'Etat de l'Art du groupe RERAU 4 (tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire) publié en Juillet 2000.
- Guide Technique portant sur la "Restructuration des collecteurs visitables" du groupe RERAU 4 (Tomes 1 et 2 publiés en 2002 et 2004).
- WRc - Sewerage Rehabilitation Manual (SRM) volume 4 « Manuel pour la réhabilitation de collecteurs d'assainissement du WRc ». Quatrième édition publiée en 2001.

2.3. Matières premières

Elles répondent aux spécifications des normes NF EN 14364 et ISO 16611.

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

2.3.1. Verre

Il s'agit de verre de type E-CR, utilisé sous forme de rovings, de filament et de fibres coupées selon la norme NF EN ISO 2078.

2.3.2. Résine

Couches Structurelles : Résine polyester téréphtalique insaturée de type 2B selon la norme EN 13121-1 ou résine isophtalique insaturée de type 4 selon la norme EN 13121-1.

Liner : Résine polyester téréphtalique insaturée de type 2B ou isophtalique insaturée de type 4 selon la norme EN 13121-1.

2.3.3. Agrégats

Le sable de silice lavé et séché utilisé présente les caractéristiques suivantes :

- Proportion de SiO₂ > 90 %,
- Entre 85% et 95% des grains doivent avoir une grosseur entre 0,18 et 0,5 mm,
- Grosseur maximale des grains de 1 mm selon la NF EN 933-2,
- Teneur en humidité ≤ 0,2 %.

2.4. Identification du produit

2.4.1. Configuration de la paroi des produits

La paroi des coques est constituée des couches suivantes :

Le principe de la constitution de la paroi de la coque est décrit dans la figure 2 ci-dessous.

Figure 2 : constitution de la paroi de la coque

Le « liner » L1, couche intérieure de finition et de protection à l'abrasion et aux agressions chimiques courantes à une épaisseur minimale de 1 mm. Il se compose de résine polyester renforcée par des fibres de verre coupées de type E-CR.

Le liner est suivi d'une couche barrière L2 d'une épaisseur d'au moins 1 mm contribuant à la fois à l'aspect structurel et à la résistance chimique de la coque, constituée d'un mélange de résine polyester et de fibres de verre appliquées par enroulement filamenteux.

La couche centrale L3, contribuant principalement à l'aspect structurel. Elle se compose de sable de silice, de résine polyester et de plusieurs couches de voile en fibres de verre.

La couche extérieure L4, d'une épaisseur de 1 mm minimum, participe à l'aspect structurel de la coque, résistante en particulier aux intempéries et aux ultraviolets, est constituée principalement par de la résine polyester et de fibres de verre appliquées par enroulement filamenteux et recouverte sur sa partie externe de sable de silice.

Seules les couches L2, L3 et L4 contribuent à la résistance mécanique de la paroi (couches structurales).

L'épaisseur nominale de la coque correspond à l'épaisseur totale de la coque. La valeur est l'épaisseur à obtenir à minima sur l'ensemble de la partie courante de la coque. L'épaisseur de la couche structurante est égale à l'épaisseur totale diminuée de 1 mm.

2.4.2. Emboîtement des produits

Les coques BUDA NC LINE sont munies d'un emboîtement à tulipe incorporée.

Différents types d'emboîtement sont utilisés :

- Assemblage par emboîtement muni d'un joint SBR,
- Assemblage par emboîtement et assemblage par collage.

Le joint SBR est conforme à la norme NF EN 681-1 de type WC et de dureté Shore A 40 ± 5 .

Figure 3 : Différents types d'assemblages*Type A : Assemblage avec joint SBR**Type B : Assemblage par collage*

Les assemblages de type A correspondent à une solution à privilégier pour les réseaux visitables ou non.

Les assemblages de type B sont recommandés dans le cas d'une pression hydrostatique externe importante et les profils avec grandes dimensions (>2600mm).

Le joint SBR est positionné en usine pour l'assemblage de type A. Le profil 1 (figure 5 en annexe) est utilisé jusqu'à la dimension 508/702. Au-delà, le profil 2 est utilisé.

L'assemblage de type B peut être collé sur site à l'aide d'une colle époxy ou colle polyuréthane non fournis par Budaplast.

La profondeur d'emboîture des coques figure ci-dessous :

Tableau 1 : Profondeurs d'emboîture

	Type A	Type B
Profondeur d'emboîture (mm)	100 +10/-0	70 +/-5

2.4.3. Equipement des coques

A la demande du client, des trous d'injection de coulis (clapets fournis et montés par le client sur chantier) ou trous de fixation peuvent être préalablement percés et la face interne des coques peut être munie d'un revêtement antidérapant, de type sablage sur la partie basse de la coque.

2.4.4. Dimensions des coques

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

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

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

L'épaisseur nominale de la coque est définie comme étant l'épaisseur totale minimale. Une surépaisseur de paroi des coques est autorisée.

En ce qui concerne les longueurs utiles hors tout des coques des tolérances de +20 / -10 mm sont acceptées.

Les plans d'abouts doivent être lisses et perpendiculaires à l'axe longitudinal. Les écarts maximaux autorisés sont indiqués dans le tableau 2.

Tableau 2 : tolérance de perpendicularité des plans d'abouts

Dimension intérieure maximale, MLW (mm)	Δ (mm)
150 < x ≤ 800	5
800 < x ≤ 1500	8
1500 < x	10

2.4.5. Qualité de la surface - aspect

La surface extérieure est granuleuse. Sa couleur correspond au sable de silice utilisé.

La surface intérieure est lisse et d'aspect glacé. La paroi est opaque et de couleur dépendant essentiellement de celles des charges et des résines utilisées. La surface intérieure est exempte de toute fissure ou de défaut visible.

Les abouts sont revêtus de résine.

2.5. Fabrication

2.5.1. Coques

Les coques BUDA NC LINE sont fabriquées par Budaplast sur le site de Rózsaszentmárton en Hongrie. Les coques sont fabriquées par le procédé d'enroulement filamenteux ou de bande.

Les coques BUDA NC LINE sont fabriquées sur des machines pilotées par ordinateur sous le contrôle d'un opérateur en mode semi-automatique.

Les paramètres de fabrication et de dimensionnement des coques sont enregistrés et archivés afin d'assurer une traçabilité de la production.

Les couches successives qui constituent la paroi sont réalisées autour d'un mandrin en métal de la forme souhaitée. Ce mandrin mis en rotation est préalablement revêtu d'un film plastique permettant le démoulage de la coque en fin de fabrication.

Le liner est mis en œuvre dans un premier temps sur le moule préparé à cet effet.

Après achèvement de la couche barrière constituée de fibres coupées et de résine, une couche centrale est fabriquée par une succession de couches composées de fibres de verre saturées de résine avec ajout ou non de charge de sable jusqu'à obtenir l'épaisseur recherchée. La vitesse d'enroulement est variable et adaptée automatiquement à la forme du mandrin.

La couche de finition extérieure incorpore le sable lié à la résine.

Le contrôle de la polymérisation est réalisé par suivi de la température au cours du processus.

Lorsque le produit a obtenu une rigidité suffisante, il est démoulé puis un usinage de l'about mâle est réalisé dans la masse de la coque à l'aide d'une fraiseuse spécialement conçue pour les formes non circulaires. L'about femelle et la partie courante de la coque sont réalisés simultanément et forment un seul bloc.

Le mandrin après démoulage est remis dans le circuit de fabrication.

Les éprouvettes destinées aux tests de routine peuvent être prélevées.

Les éléments passent ensuite au stade de l'ébavurage et de la finition.

Les équipements optionnels suivants peuvent être réalisés :

- Positionnement et collage sur l'about femelle ou mâle de l'élastomère mousse dans le cas de l'assemblage par collage. Mise en place d'un joint avant le collage sur chantier.
- Un revêtement antidérapant de type sablage dont la largeur a été préalablement fixée est réalisé.
- Des trous d'injection pour la fixation avec ou sans dispositif anti-retour de coulis à clapet.
- D'autres équipements spécifiés : dispositifs d'ancrage spéciaux.

Les éléments sont alors stockés sur parc avant leur chargement et expédition après vérification des caractéristiques dimensionnelles et mécaniques.

2.6. Caractéristiques mécaniques, physiques et chimiques

2.6.1. Caractéristiques mécaniques spécifiques aux coques BUDA NC LINE

Les échantillons testés pour l'évaluation des caractéristiques mécaniques à court terme sont des prélèvements découpés dans les parties de rayon de courbure maximal de la coque.

Les échantillons testés pour l'évaluation des caractéristiques mécaniques à long terme sont des coques circulaires manufacturées dans les mêmes conditions et ayant la même structure de parois que les coques non circulaires.

Les valeurs des caractéristiques mécaniques décrites ci-après concernent les couches structurantes d'épaisseur L2+L3+L4, ce qui correspond à l'épaisseur nominale de paroi (ou épaisseur totale minimale) diminuée de 1 mm. L'épaisseur structurante L2+L3+L4 ne peut pas être inférieure à 8 mm.

2.6.1.1. Caractéristiques en flexion

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

Les valeurs de module d'élasticité en flexion à long terme (minimal garanti) E_{LT} sont évaluées selon les normes NF EN 14364 et ISO 10468. Les données expérimentales sont exploitées selon la norme NF EN 705 (méthode B). Les valeurs considérées sont celles en milieu humide.

L'allongement minimal à long à terme en milieu acide ϵ_{LT} (5% d'acide sulfurique soit 0,5 mol/l) est évalué sur la base d'essais de type réalisés selon la norme ISO 10952 et exploités selon la norme ISO 10928 méthode A. Ces valeurs caractérisent l'aptitude du matériau soumis à une corrosion sous tension. La contrainte de flexion à long terme σ_{LT} est calculée selon la norme ISO 16611.

Tableau 3 : Caractéristiques en flexion à court terme et à long terme

Caractéristiques du produit		Valeur
Module d'élasticité en flexion garanti à court terme $E_{0,k}$	A court terme	12000 MPa
Contrainte de flexion garantie à court terme $\sigma_{fb,k}$		200 MPa
Allongement de flexion garanti à court terme $\epsilon_{fb,k}$		1,6 %
Module d'élasticité de flexion à long terme E_x garanti à 50 ans $E_{50,k}$	A long terme	7100 MPa
Contrainte de flexion à long terme $\sigma_{fb,L,k}$		98 MPa
Allongement limite à long terme en milieu acide ϵ_{LT}		0,7 %

2.6.1.2. Résistance initiale à la traction longitudinale

Les valeurs minimales selon le tableau associé de la norme ISO 16611 sont respectées et mesurées dans le cadre des essais de contrôle de routine conformément à la norme ISO 8513 : 2016, méthode A.

2.6.1.3. Coefficient de Poisson

La valeur prise en compte pour les calculs est de 0,30.

2.6.2. Comportement vis à vis de l'abrasion

La résistance à l'abrasion est assurée par la couche de finition et de protection. Les essais de type menés selon les principes décrits dans la norme EN 295-3 ont montré que les produits testés présentent des niveaux moyens de dégradation de 0,3 mm après 200 000 glissements (100 000 cycles).

2.6.3. Stabilité thermique

Le comportement et les caractéristiques mécaniques des coques PRV sont peu affectés par les variations de température, dans la limite des changements d'état physique de la résine dans sa phase vitreuse (HDT > 90° C selon ISO 75-2).

Les coques PRV BUDA NC LINE sont conçues pour supporter des conditions de service qui vont au-delà des valeurs traditionnelles des effluents urbains en France (effluents de température inférieure ou égale à 35°C, air ambiant -25 à + 50°C).

2.6.4. Coefficient de dilatation thermique

Le coefficient de dilatation linéaire de la coque est de $30.10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

2.6.5. Etanchéité

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

2.6.5.1. Assemblage de type A

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

Les assemblages sont équipés de garnitures d'étanchéité dont le profil dépend des dimensions de la coque, de son épaisseur nominale et des cotes d'usinage de l'about mâle. Les déviations angulaires maximales autorisées sont données au tableau 4.

Les profils du joints et les caractéristiques dimensionnelles du joint figurent au tableau 8 en annexe.

Les essais de type sont menés selon le tableau 7 en annexe.

Tableau 4 : Déviation angulaire maximale autorisée

Dimension interne maximale de la coque dans le plan de déviation angulaire (mm)	Angle maximal autorisé en °
Inf à 500	2
501-800	1,5
801-1400	1
1401-3200	0,5

2.6.5.2. Assemblage de type B

Ces assemblages, utilisés en réseaux visitables, sont principalement destinés à assurer l'étanchéité lors de la mise en œuvre du coulis.

Les mastics préconisés par la société BUDAPLAST sont les suivants :

- Polyuréthane : Sika 11FC ou Sika Bond T2
- Epoxy : Sikadur 41.

2.6.6. Résistance au curage

Les coques BUDA NC LINE ont fait l'objet d'un essai de type de comportement au curage réalisé selon la norme DIN 19523 méthode 2 sans montrer de dégradation.

2.7. Marquage

Le marquage est conforme aux exigences liées à l'Avis Technique et au référentiel de la marque QB.

2.8. Contrôles qualité

2.8.1. Contrôles internes

Les contrôles internes s'effectuent suivant le plan de contrôle qualité tel que décrit dans le Manuel Qualité. Ils concernent les matières premières et autres fournitures externes, les paramètres de fabrication et les produits finis.

Les contrôles de routine sont les suivants :

- Matières premières, à chaque livraison :
 - résine et additifs : contrôle du certificat 3.1 selon la norme EN 10204 des fournisseurs de résine, essais de viscosité et temps de gel du mélange,
 - sable : contrôle du certificat 2.2 selon la norme EN 10204 des fournisseurs,
 - fibres de verre : contrôle du certificat 3.1 selon la norme EN 10204 des fournisseurs, mesure du dtex et taux d'humidité,
 - joint : contrôle du certificat 3.1 selon la norme EN 10204 des fournisseurs.
- Production :
 - vérification de la viscosité et du temps de gel du mélange avant mis en production,
 - enregistrement de tous les paramètres de marche machine.
- Produits finis, 1 pièce par commande client et pour chaque type de forme :
 - contrôle de la structure de paroi (dont mesure d'épaisseur structurante),
 - contrôle visuel,
 - dimensions coques (longueur, radius of curvature – rayon de courbure),
 - dimensions assemblages,
 - perpendicularité des abouts,
 - module d'élasticité, contrainte et allongement en flexion à court terme,
 - contrainte de traction longitudinale,
 - contrôle dimensionnel des joints.

2.8.2. Contrôles externes

2.8.2.1. Système qualité

Le système qualité mis en place pour la fabrication des coques BUDA NC LINE est certifié ISO 9001.

2.8.2.2. Certification des produits

Les coques BUDA NC LINE font l'objet d'une certification matérialisée par la marque QB qui atteste, pour chaque site de fabrication, la régularité et le résultat satisfaisant du contrôle interne.

La marque QB certifie les caractéristiques suivantes :

- caractéristiques dimensionnelles,
- caractéristiques mécaniques.

Dans le cadre de la Certification QB, le CSTB audite périodiquement les sites de fabrication pour examen du système qualité mis en place et,

- Vérification en usine des caractéristiques dimensionnelles et mécaniques d'un produit fabriqué par rapport aux caractéristiques figurant dans la commande spécifique au chantier,
- Prélèvement d'éprouvettes destinées à la réalisation d'essais de recouplement et portant au minimum sur les caractéristiques suivantes : module et résistance en flexion, (§ 2.6.1.1) et dimensionnel.

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

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

2.9. Dimensionnement mécanique

Le dimensionnement mécanique de l'ouvrage réhabilité s'effectue selon les « Recommandations pour le dimensionnement de la réhabilitation par chemisage et tubage des réseaux d'assainissement » ou « 3R » (ASTEE-TSM 06-2017).

Les paramètres de calcul relatifs à la conduite sont :

- L'épaisseur structurante (ou de calcul) égale à $L_2+L_3+L_4$ soit l'épaisseur nominale de la coque diminuée de 1 mm,
- Les modules d'élasticité en flexion à court terme et à long terme E_{CT} et E_{LT} ,
- Les contraintes de flexion caractéristiques à court terme et à long terme σ_{CT} et σ_{LT} ,
- L'allongement minimal à long terme en milieu acide ϵ_{LT} ,
- Le coefficient de Poisson du matériau.
- Pour la coque circulaire, la déformation initiale e_0 (avant application des charges).

Dans le cas d'un chantier de tubage mettant en œuvre des coques BUDA NC LINE circulaires de rigidité annulaire spécifique équivalente comprise entre 1250 et 2500 N/m², le défaut initial de géométrie e_0 de la canalisation est largement influencé par les déformations imposées à la conduite avant injection notamment au droit des calages : il convient alors d'estimer un défaut de forme maximal, généralement limité à DN/100 (DN = diamètre intérieur nominal) et à s'assurer du respect de l'ovalisation maximale correspondante in situ, condition indispensable pour s'assurer de la validité et de la fiabilité des calculs menés.

2.10. Dimensionnement hydraulique

La norme NF EN 16933-2 -Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments - s'applique aussi aux collecteurs réhabilités.

2.11. Mise en œuvre

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

2.11.1. Travaux et études préalables

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

Selon la section effective de passage et l'espace annulaire attendu, l'entreprise procédera à un premier passage de gabarit.

A réception des détails de section de l'ouvrage et du gabarit, BUDAPLAST dessine le contour extérieur à l'emboîtement, le contour extérieur du corps et le contour intérieur de la future coque en fonction des éléments remis. Un dessin est envoyé à l'entreprise qui doit s'assurer par le passage d'un gabarit, de préférence en 3 dimensions, ou par tout autre moyen de la parfaite adaptation de la coque proposée à l'ouvrage en place.

L'entreprise confirme par écrit sa commande en précisant les dimensions finales avant confection du mandrin spécifique.

Le système d'acheminement des coques dans l'ouvrage (manuel, chariot, poussage, tractage...) devra être soumis à l'approbation de BUDAPLAST.

2.11.2. Manutention

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

2.11.3. Transport et stockage

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

Si les éléments sont livrés les uns dans les autres, il convient de les trier sur une aire de stockage avant de les barder à l'intérieur de l'ouvrage à réhabiliter.

Le stockage des éléments équipés de joints SBR pendant une période supérieure à 6 mois est à proscrire.

Certains profils peuvent nécessiter un étaielement pendant le stockage.

2.11.4. Mise en œuvre

2.11.4.1. Mise en place des coques

Après préparation de l'ouvrage à réhabiliter, la mise en place des coques PRV est effectuée selon les règles de l'art et comprend au minimum les phases suivantes :

- Préparation, nettoyage, injection et consolidations éventuelles de l'ouvrage à réhabiliter.
- Perçage éventuel des trous d'injection sur les coques (en usine ou sur chantier).
- Repérage in situ, préparation et perçage des branchements latéraux sur les coques.
- Transport des conduites à pied d'œuvre.
- Nettoyage et préparation des joints.
- Mise à joint.
- Vérification des positions altimétriques et planimétriques.
- Calage et étaielement selon les recommandations de BUDAPLAST en prenant soin d'en respecter le nombre, l'emplacement et de ne pas déformer ou abîmer les coques.
- Exécution des branchements éventuels (par exemple à l'aide de selles PRV sur mesure et de résine époxydique).
- Remplissage du vide annulaire par injection de coulis.

- Fermeture des trous d'injection à l'aide des bouchons livrés à cet effet ou par scellement à l'époxy des carottes récupérées lors du perçage.
- Réhabilitation des regards ou raccordement aux regards et ouvrages éventuels.
- Injection du vide annulaire à l'aide d'un coulis à base de ciment. L'injection s'effectue à débit et pression contrôlée et en plusieurs phases. Dans certains cas un étalement intérieur vertical et/ou horizontal peut s'avérer nécessaire.

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

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

2.11.4.2. Injections de blocage

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

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

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

En fonction des pressions d'injection au niveau du radier de l'ouvrage les coques doivent être étayées ou les injections doivent se dérouler par phases successives afin de limiter les contraintes au niveau de la coque. Dans tous les cas il est impératif de respecter les hauteurs d'injection et de surveiller le comportement des coques pendant l'injection.

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

2.12. Entretien et réparation

Les coques BUDA NC LINE ne réclament pas d'entretien particulier autre que l'entretien classique des réseaux d'assainissement : curage, inspection, etc...

Les coques BUDA NC LINE peuvent être hydrocurées avec une pression de curage hydraulique maximale de 100 bars pour un débit de 280 L/min (selon conditions usuelles décrites article 4.3 de la norme DIN 19523).

Les outils de nettoyage occasionnant des chocs (par exemple curage par chaînes) sont à proscrire.

2.13. Résultats expérimentaux

L'étanchéité a fait l'objet du rapport d'essai 19-210-02468-PB-2 réalisé par Siebert et knipschild (04-2020).

Le comportement à l'abrasion a fait l'objet du rapport d'essai n°1985801 réalisé par Siebert et knipschild (10-2019).

Le comportement au nettoyage sous pression a fait l'objet du rapport d'essai n° P06241-T02 réalisé par IKT (08-2018).

Les caractéristiques mécaniques en flexion à long terme ont fait l'objet du rapport d'essai n°19-210-02359-AB réalisé par Siebert et knipschild (04-2020).

Les caractéristiques mécaniques à court terme ont fait l'objet du rapport d'essai n° P06241 - L2232-8 réalisé par IKT (06-2018).

La mesure de l'allongement admissible à long terme en milieu acide à long terme a fait l'objet du rapport d'essai n° 1983014-3 ZB réalisé par Siebert et knipschild (04-2020).

2.14. Références

2.14.1. Données Environnementales⁽¹⁾

Les produits ne font pas l'objet de Déclaration Environnementale (DE). Elles 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.

2.14.2. Autres références

Les produits BUDA NC LINE sont fabriqués depuis environ 40 ans. Ils ont été utilisés principalement en Europe et à l'international. A ce jour plus de 100 km de coques BUDA NC LINE ont été fabriqués. Une liste non exhaustive de références a été déposée au Secrétariat. (1) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

2.15. Annexes du Dossier Technique

Tableau 7 – Essais d'étanchéité selon la norme EN ISO 16611

Conditions	Contrôle	Pression de contrôle [bar]	Durée du contrôle
Assemblages type A			
-	Pression négative (vide)	- 0,8	1 h
Déviat ion angulaire et Retrait	Pression interne initiale	1,5	15 min.
	Pression statique	1,5	24 h
Cisaillement axial et Retrait	Pression statique	1,5	24 h
	Pression cyclique	atmosphérique à 1.5	10 cycles
Assemblages type B			
-	Pression négative (vide)	- 0,8	1 h
Cisaillement axial	Pression statique	1,5	24 h
	Pression cyclique	atmosphérique à 1.5	10 cycles

Retrait : Déplacement axial de 10mm

Déviat ion angulaire : selon le tableau 6

Cisaillement : force de cisaillement de 20 x HN (en N)

Cycle : cycle de 1.5min à 3 min chacun

Tableau 8 : Profils des garnitures d'étanchéité

Type de profil	Hauteur H (mm)	Largeur B (mm)
Profil 1	12	19
Profil 2	14	21.5

Figure 5 : Profil 1

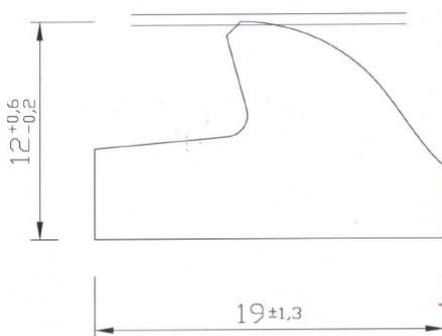


Figure 6 : Profil 2

