17.2/15-308_V3

Valide du **09 août 2023**

au **31 juillet 2026**

Sur le procédé

Amiblu NC Line

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

Titulaire(s) : Société AMIBLU France SAS

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 la version 17.2/15-308_V2. Les pricipales modifications sont les suivantes: • Ajout du l'usine de Camarles (ES) • Modification de matières premières	LAKEL Abdel Kader	VIGNOLES Christian

Descripteur :

Les coques Amiblu 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.

Les cunettes préfabriquées sont destinées à améliorer l'état et les performances du radier d'un collecteur existant. En conséquence elles ne peuvent à elles seules garantir l'étanchéité du réseau.

Les dimensions transversales extrêmes intérieures des produits fabriqués s'inscrivent dans la gamme 300 à 3860 mm.

Les coques Amiblu 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.

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

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 5
1.1. Domaine d'emploi accepté 5
1.1.1. Zone géographique 5
1.1.2. Ouvrages visés 5
1.2. Appréciation 5
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 5
1.2.2. Durabilité 5
1.2.3. Impacts environnementaux 5
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 6
2. Dossier Technique 7
2.1. Mode de commercialisation 7
2.1.1. Coordonnées 7
2.1.2. Identification 7
2.1.3. Mode de commercialisation 7
2.2. Description 7
2.2.1. Principe 7
2.2.2. Référentiels techniques 8
2.2.3. Caractéristiques des composants 8
2.2.4. Caractéristiques du produit 8
2.2.5. Assemblage des coques 9
2.2.6. Equipement des coques 10
2.2.7. Pièces de raccordement 10
2.2.8. Caractéristiques mécaniques 10
2.2.9. Etanchéité 11
2.2.10. Résistante à l'abrasion 12
2.2.11. Résistance au curage 12
2.2.12. Stabilité thermique 12
2.2.13. Coefficient de dilatation thermique 12
2.3. Dispositions de conception 12
2.3.1. Dimensionnement mécanique 12
2.3.2. Dimensionnement hydraulique 12
2.3.3. Etude préalable 12
2.4. Conditionnement, manutention, stockage 13
2.4.1. Manutention 13
2.4.2. Transport et stockage 13
2.5. Dispositions de mise en œuvre 13
2.5.1. Coques complètes 13
2.5.2. Cunettes 14
2.5.3. Injection de blocage 14
2.5.4. Essais préalables à la réception 14
2.6. Maintien en service du produit ou procédé 14
2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 14
2.7.1. Mode de fabrication 14
2.7.2. Contrôles internes 15
2.7.3. Contrôles externes 15
2.8. Mention des justificatifs 15
2.8.1. Résultats expérimentaux 15

2.8.2. Références chantiers 16
2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre..... 17

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 utilisateurs en France métropolitaine et dans les départements et régions d'Outre-mer (DROM)

1.1.2. Ouvrages visés

Les coques Amiblu 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.

Les cunettes préfabriquées sont destinées à améliorer l'état et les performances du radier d'un collecteur existant. En conséquence elles ne peuvent à elles seules garantir l'étanchéité du réseau.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. 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).

1.2.1.2. 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 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

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 décrits au §2.2.2 du Dossier Technique.

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

- caractéristiques dimensionnelles
- étanchéité
- tenue mécanique
- capacité hydraulique du réseau
- résistance à l'abrasion
- résistance à la corrosion

1.2.2. Durabilité

La durabilité des ouvrages rénovés avec les coques Amiblu 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 Amiblu 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 § 2.6 du Dossier Technique.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les produits ne font pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Ils ne peuvent donc revendiquer aucunes performances environnementales particulières.

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

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.

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.

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.

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

Titulaire : AMIBLU France SAS,
Parc Saint Christophe
10, Avenue de l'Entreprise
FR-95895 CERGY-PONTOISE CEDEX
Internet : www.amiblu.com
e-mail : amiblu.france@amiblu.com

Usine : PL – 80-299 Gdańsk
ES - Camarles

2.1.2. Identification

Les coques Amiblu 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 : AMIBLU + site de fabrication,
- Appellation commerciale : NC Line,
- Identification 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 QB suivi de la référence figurant sur le certificat.

2.1.3. Mode de commercialisation

Les coques et cunettes Amiblu NC Line sont commercialisés par AMIBLU.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les coques préfabriquées Amiblu NC Line sont destinées à la réhabilitation par tubage avec espace annulaire.
Ils comprennent :

- des coques entières de formes non circulaires,
- des cunettes ou coques partielles.

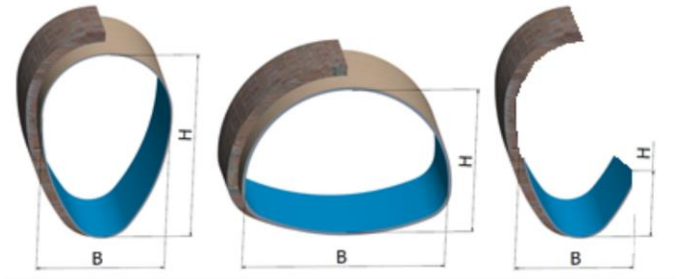


Figure 1 : Principe de réhabilitation par coque complète et partielle.

Les coques préfabriquées Amiblu NC Line sont utilisées pour des rénovations sans tranchée, d'ouvrages visitables ou non, en briques, 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 Amiblu NC Line non circulaires respectent les spécifications de la norme ISO 16611 décrivant les dimensions, exigences et essais des coques PRV non circulaires destinées à la réhabilitation ou à la pose en tranchée.

Les coques Amiblu 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 peut être complète, lorsqu'elle participe à la rénovation de la section totale du collecteur ou se limiter à la cunette lorsque seule la réhabilitation du radier est visée.

Les dimensions transversales extrêmes intérieures des produits fabriqués s'inscrivent dans la gamme 300 à 3860 mm.

Les longueurs 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 sans excéder 6 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 d'utilisation et des besoins du client.

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

2.2.2. Référentiels techniques

Les référentiels auxquels répondent les coques Amiblu NC Line sont les suivants :

Normes Produit :

- ISO 16611 (2017) pour les coques non circulaires,

Dimensionnement :

- « Recommendations 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 – 3R98 (1998),
- Manuel sur l'Etat de l'Art du groupe RERAU 4 (2000). Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire,
- Guide Technique portant sur la "Restructuration des collecteurs visitables" du groupe RERAU 4 - Tome 1 (2002) et 2 (2004).
- WRc (2001) - Sewerage Rehabilitation Manual « Manuel pour la réhabilitation de collecteurs d'assainissement du WRc ». Quatrième édition.

2.2.3. Caractéristiques des composants

Les matières premières répondent aux spécifications de la norme ISO 16611.

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

2.2.3.1. Résine

Couches Structurelles : Résine polyester orthophtalique ou isophtalique insaturée de type 1A (ayant une HDT > 70°C ou type UP présentant une HDT égale ou supérieure) selon la norme EN 13121-1.

Liner : Mélange à base de résine polyester de type 4 (ou type UP présentant une HDT égale ou supérieure) selon la norme EN 13121-1.

2.2.3.2. Renforcement

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

2.2.3.3. Charge

Un sable de silice avec une proportion de SiO_2 > 90 % - lavé et séché de granulométrie précisée comme suit :

- Moins de 3 % des grains doivent avoir une grosseur de grains supérieure à 0,71 mm.
- La taille maximale des grains est de 1,0 mm selon la norme NF EN 933-2.
- Teneur en humidité: ≤ 0,1 %.

2.2.4. Caractéristiques du produit

2.2.4.1. Structure

La paroi d'une coque Amiblu NC Line est constituée des couches suivantes :

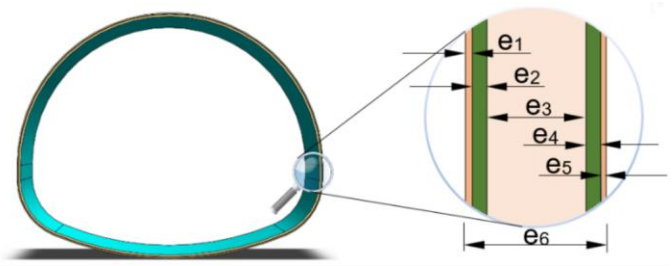


Figure 2 : Constitution de la paroi de la coque

• Le « liner » e1, couche intérieure de finition et de protection à l'abrasion et aux agressions chimiques courantes d'une épaisseur moyenne de 1mm avec un minimum de 0,8 mm. Il se compose de résine polyester.

• La couche d'armature intérieure e2 composée de résine et de fibre de verre incluant une couche barrière 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 de polyester insaturée et de fibres de verre courtes.

• La couche centrale e3, contribuant principalement à l'aspect structurel qui se compose de sable de silice, de résine de polyester et de fibres de verre.

• La couche d'armature extérieure e4 composée de résine et de fibre de verre.

• la couche extérieure e5, d'une épaisseur moyenne de 1 mm avec un minimum de 0,5mm, résistante en particulier aux intempéries, aux ultraviolets et présentant une protection contre les rayures, est constituée principalement par un voile de fibres de verre puis de sable de silice lié par de la résine.

Seules les couches e2, e3 et e4 contribuent à la résistance mécanique de la paroi (couches structurelles).

L'épaisseur nominale de la coque est représentée par e6. La valeur e6 est l'épaisseur à obtenir à minima sur l'ensemble de la partie courante de la coque. L'épaisseur de la couche structurante e2+e3+e4 est égale à e6 diminuée 2 mm et est garantie sur l'ensemble de la partie courante de la coque.

2.2.4.2. Aspect, état de finition

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. Des colorants peuvent être utilisés pour le liner (référence RAL 5012). Ces colorants n'affectent pas la résistance mécanique du tube. La surface intérieure est exempte de toute fissure ou défaut visible.

Les abouts sont revêtus de résine.

2.2.4.3. Caractéristiques géométriques

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.

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 maxima autorisés sont indiqués dans le tableau 1.

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

Tableau 1 : tolérance de perpendicularité des plans d'abouts

2.2.5. Assemblage des coques

Les coques Amiblu NC Line sont munies d'un emboîtement à tulipe incorporée.

5 types d'emboîtement sont utilisés :

- Assemblage par emboîtement muni d'un joint SBR, NBR ou EPDM, (type A),
- Assemblage par emboîtement, muni de deux joints SBR, NBR ou EPDM, avec une tuyère d'essai supplémentaire, (type B),
- Assemblage par emboîtement, muni de deux joints SBR, NBR ou EPDM sans tuyère d'essai (type B1),
- Assemblage par emboîtement, muni d'un joint SBR, NBR ou EPDM (type C),
- Assemblage par emboîtement et assemblage par collage époxy-dique ou par mastic polyuréthane et/ou matériau stratifié PRV (type D).

Les joints NBR, SBR, EPDM sont conformes à la norme NF EN 681-1 et/ou ISO 4633 type WC dureté Shore A 40-60 ou 40 +/- 5 DIDC.

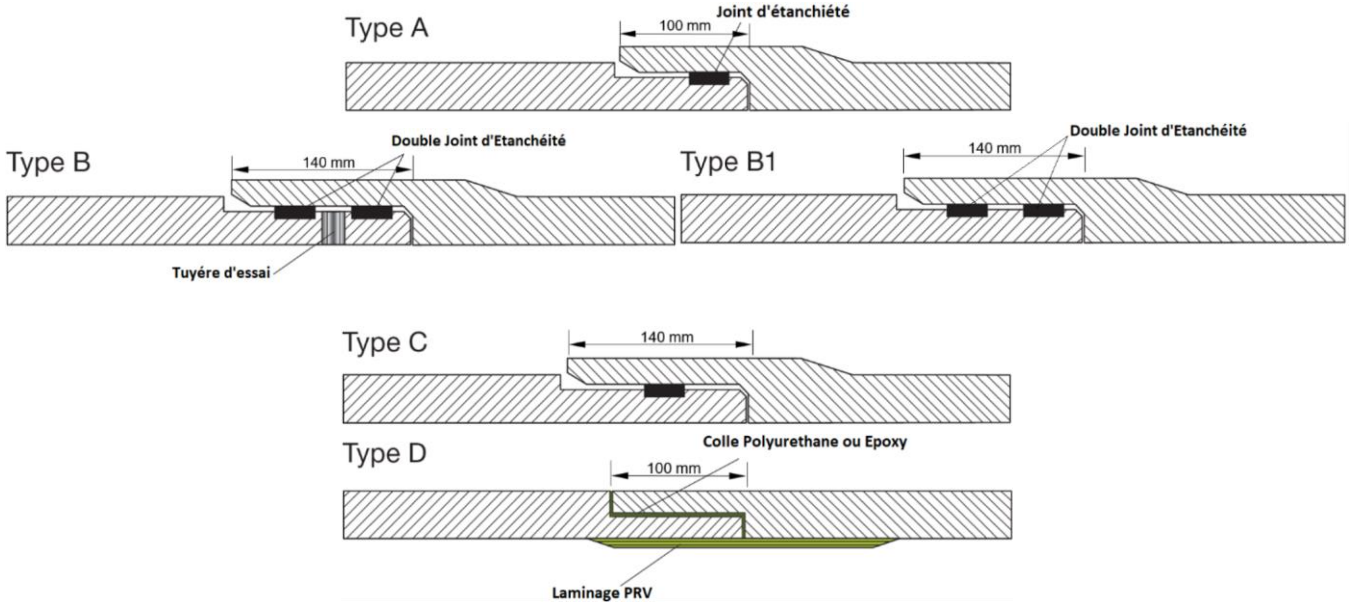


Figure 3 : Différents types d'assemblages

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

Les assemblages de type B et C sont recommandés dans le cas d'une pression hydrostatique externe importante et les profils avec grandes dimensions (>800mm).

Les assemblages de type D correspondent à une solution à privilégier pour l'assemblage des cunettes.

Les joints sont fournis à part par Amiblu et doivent être montés sur site dans les coques selon le guide de mise en œuvre Amiblu.

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

	Type A	Type B	Type B1	Type C	Type D
Profondeur d'emboiture (mm)	100	140	140	140	100

Tableau 2 : Profondeurs d'emboiture

2.2.6. Equipement des coques

A la demande, les trous d'injection de coulis (à partir d'épaisseur nominale de 27 mm) ou de fixation peuvent être préalablement percés et la face interne des coques peut être munie d'un revêtement antidérapant.

2.2.7. Pièces de raccordement

Les pièces de raccordement PRV «Amiblu» répondent aux exigences de la norme ISO 16611.

Il s'agit par exemple de coudes, culottes et tés, réductions, ou encore selles de branchements.

2.2.8. Caractéristiques mécaniques

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 e2 + e3+ e4, ce qui correspond à l'épaisseur nominale, e6 de paroi (ou épaisseur totale minimale) diminuée de 1,8 mm. L'épaisseur structurante e2 + e3+ e4 ne peut pas être inférieure à 5 mm.

2.2.8.1. Caractéristiques en flexion

Le module d'élasticité en flexion à court terme (minimal garanti) ECT, l'allongement (minimal garanti) εCT et la contrainte associée (minimale garantie) σCT 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) ELT sont évaluées selon les normes ISO 16611 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 εLT (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 σLT est calculée selon la norme ISO 16611.

Caractéristiques du produit		Valeur
Module d'élasticité en flexion garanti à court terme $E_{0,k}$	A court terme	9500 MPa
Contrainte de flexion garantie à court terme $\sigma_{fb,k}$		200 MPa
Allongement de flexion garanti à court terme $\varepsilon_{fb,k}$		1,6 %
Module d'élasticité de flexion à long terme E_x garanti à 50 ans $E_{50,k}$	A long terme	6000 MPa
Contrainte de flexion à long terme $\sigma_{fb,L,k}$		80 MPa
Allongement limite à long terme en milieu acide ε_{LT}		0,8 %

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

2.6.1.3. Coefficient de poisson

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

2.2.9. Etanchéité

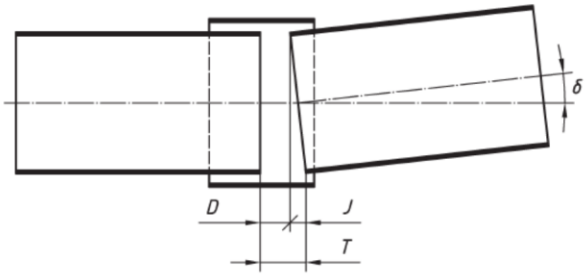
Les coques Amiblu NC Line sont, de par le procédé de fabrication employé, étanches à l'eau, aussi bien de l'intérieur vers l'extérieur (effluents) que de l'extérieur sous l'effet des charges hydrostatiques dues à la présence de la nappe phréatique.

2.2.9.1. Assemblage de type A, B et C

Les assemblages de type A sont adaptés à un emploi dans des systèmes de canalisations gravitaires. La pression interne maximale autorisée en service est de 1 bar. La pression externe maximale autorisée est de 0,8 bar (soit 8 m de colonne d'eau / FE) sous réserve de vérification de la stabilité mécanique de la coque à ces conditions. En cas de pression externe supérieure nous recommandons l'usage d'assemblage de type B. 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 retraits totaux maximaux autorisés, T, figurent tableau 4.

Le calcul du retrait D selon la norme ISO 16611 pour prise en compte de l'effet de poisson et des effets thermiques longitudinaux est égale à 0,2% de la longueur utile de la coque avec un minimum de 3m.

La déviation angulaire admissible maximale « δ » est égale à arcsin((T-D)/(MLW)), avec MLW : dimension interne maximale de la coque dans le plan de déviation angulaire.



Exemple :

Longueur utile de la coque : 2250 mm

MLW : 1200mm

Emboitement : Type C avec Joint CK-89

Ainsi, δ = arcsin((T-D)/(MLW)) = arcsin((43,7-0,002x3000)/(1200))

δ = 0,0314 radian soit 0,314x180/π = 1,80°

Les profils du joint et caractéristiques dimensionnelles du joint figurent tableau 6.

Les essais de type sont menés selon le tableau 5 en annexe.

Description du type d'emboitement	Retrait total maximal admissible T (mm) selon ISO 16611
Type A avec Joint CK-89	23,4
Type B avec Joint CK-89	21,0
Type C avec Joint CK-89	43,7
Type C avec Joint DS-GS	36,0

Tableau 4 : Retrait total maximal admissible

2.2.9.2. Assemblage de type D

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 AMIBLU France sont les suivants :

- Polyuréthane : SYKABOND T1 / T2 ou SIKA 11 FC,
- Epoxy : SIKADUR-31 ou WEBAC 4525

2.2.10. Résistante à l'abrasion

La résistance à l'abrasion est assurée par la couche de finition et de protection e1. Les essais de type menés selon les principes décrits dans la norme CEN/TR 15729 ont montré que les produits testés présentent des niveaux moyens de dégradation inférieure à 0,30 mm après 200 000 glissements (100 000 cycles).

2.2.11. Résistance au curage

Les coques Amiblu NC Line ont fait l'objet d'un essai de type de comportement au curage réalisé selon le protocole de la norme DIN 19523 sans montrer de dégradation selon les deux méthodes.

2.2.12. Stabilité thermique

Le comportement et les caractéristiques mécaniques des coques PRV sont peu affectés par les variations de température (HDT ≥ 70°C mesurée selon la norme NF EN ISO 75-2).

Les coques PRV Amiblu 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).

2.2.13. Coefficient de dilatation thermique

Le coefficient de dilatation linéaire de la coque est de 30.10^{-6} °C^{-1}.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Dimensionnement mécanique

2.3.1.1. Coques

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) es= e2 + e3 +e4 soit l'épaisseur nominale de la coque diminuée de 1,8 mm,
- Les modules d'élasticité à court terme et à long terme ECT et ELT,
- Les contraintes de flexion caractéristiques à court terme et à long terme σCT et σLT,
- L'allongement de flexion caractéristiques à court terme et à long terme εcT et εLT,
- Le coefficient de Poisson du matériau.

2.3.1.2. Cunettes

Le choix de l'épaisseur de la cunette est déterminé essentiellement par la forme et les dimensions du produit et les conditions de manutentions et de pose.

La cunette ne peut pas rendre l'ouvrage existant structurant mais doit être considérée comme une peau d'étanchéité qui améliore aussi les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage, sa résistance à l'abrasion et confère une protection chimique contre les effluents véhiculés.

Les cunettes devront être dimensionnées pour résister à la pression exercée par le coulis de blocage en phase de mise en œuvre, ainsi qu'à la poussée de la nappe phréatique en phase d'exploitation si nécessaire.

Elles pourront donc être éventuellement vérifiées selon les principes exposés dans le § 5.4 du "Manuel sur l'état de l'art – Tubage par éléments préfabriqués avec espace annulaire" publié par RERAU.

2.3.2. Dimensionnement hydraulique

La norme NF EN 16933-2 s'applique aux collecteurs réhabilités.

2.3.3. Etude préalable

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 procèdera à un premier passage de gabarit.

A réception des détails de section de l'ouvrage et du gabarit, AMIBLU France 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 AMIBLU France SAS.

2.4. Conditionnement, manutention, stockage

2.4.1. 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.

2.4.2. 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 élastomères pendant une période supérieure à six mois est à proscrire.

Certains profils peuvent nécessiter un étaiement pendant le stockage.

2.5. Dispositions de 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).

2.5.1. Coques complètes

Après préparation de l'ouvrage à réhabiliter, la mise en place des coques 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 à l'aide d'une scie cloche).
- 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 étaiement selon les recommandations de Amiblu en prenant soin d'en respecter le nombre, l'emplacement et de ne pas déformer ou abimer 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 raccordements aux regards et autres 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 étaiement intérieur vertical et/ou horizontal peut s'avérer nécessaire.

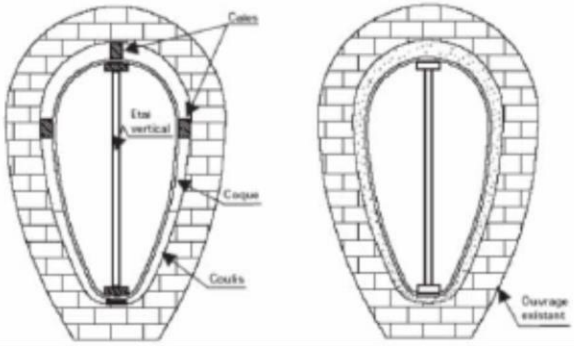


Figure 4 : Principe de calage de coques complètes avec étai vertical.

Toute découpe de matériau 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... Notamment en atmosphère confinée.

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

2.5.2. Cunettes

Après préparation de l'ouvrage à réhabiliter, la mise en place des cunettes PRV est effectuée selon les règles de l'art et comprend entre autres :

- Le transport des éléments à pied d'œuvre.
- Le nettoyage et préparation des joints.
- L'acheminement et présentation des éléments.
- La mise à joint.
- Le calage vertical et/ou horizontal selon les recommandations de Amiblu en prenant soin de respecter le nombre et l'emplacement des cales, et de ne pas déformer ou abimer les coques.
- La vérification des positions altimétriques et planimétriques.
- La fixation éventuelle des éléments à la paroi de l'ouvrage existant, fixation des éléments consécutifs par vis, boulons ou clips.
- Le repérage in situ, préparation et exécution de coupes éventuelles pour ajustement.
- Le remplissage du vide annulaire par coulage de coulis (Voir § 10.43).
- La réhabilitation des regards ou raccordements aux regards et ouvrages éventuels.

La découpe des trous de fixation sur chantier est réalisée à la scie à cloche ou à la perceuse.

Les têtes des vis de fixation éventuelles pourront être protégées par une couche de résine.

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 ou chambres lors de la définition du projet afin d'éviter en particulier les problèmes futurs de cisaillement par tassements différentiels ou d'étanchéité entre les différents matériaux.

2.5.3. Injection de blocage

On se réfèrera 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 évents 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.

2.5.4. 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).

2.6. Maintien en service du produit ou procédé

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

Les coques Amiblu NC Line peuvent être hydrocurés 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.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Mode de fabrication

2.7.1.1. Coques

Les coques Amiblu NC Line sont fabriquées par le procédé d'enroulement filamentaire, (classe A, au sens de la norme NF T57-200) sur des machines pilotées par ordinateur.

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 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 :

- Un revêtement antidérapant dont la largeur a été préalablement fixée est réalisé soit par sablage soit par matriçage du moule.
- 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.

2.7.1.2. Pièces de raccordement

Les raccords PRV Amiblu sont réalisés par chaudronnage à partir d'éléments de coques Amiblu NC Line tronçonnées. La continuité mécanique est obtenue par stratification de tissus et mats de verre chevauchant les éléments à assembler.

2.7.2. Contrôles internes

Les contrôles internes s'effectuent suivant un Manuel Qualité. Ils concernent les matières premières et autres fournitures externes, les paramètres de fabrication et les produits finis.

Les contrôles portent notamment sur :

- Les matières premières et produits achetés.
- Les paramètres de production.
- Les produits finis.

Les contrôles effectués par AMIBLU sont définis dans le cadre d'un plan d'assurance qualité déposé au CSTB.

2.7.3. Contrôles externes

2.7.3.1. Système qualité

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

2.7.3.2. Certification des produits

Les coques Amiblu 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 recoupement et portant au minimum sur les caractéristiques suivantes : module et résistance en flexion (§ 5.11) 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.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

- Le laboratoire de test Amiblu Technology, localisé à Sandefjord est accrédité selon la norme ISO/IEC 17025, notamment pour les essais suivant les normes ISO10952, ISO 10468 et ISO 8639.
- L'étanchéité a fait l'objet des rapports d'essai suivants réalisés par Amiblu Technology AS :

  - T-2019-225 du 01/11/2019,
  - T-2019-226 du 31/10/2019,
  - T-2019-227 du 19/12/2019,
  - T-2019-268 du 26/11/2019.
- Le comportement à l'abrasion a fait l'objet du rapport d'essai n° G38033-3 (07/10/2019) réalisé par IRO (Instituts für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg).
- Le comportement au nettoyage sous pression a fait l'objet du rapport d'essai n° G38032-3 (02/09/2019) réalisé par IRO (Instituts für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg).
- Les caractéristiques mécaniques en flexion à long terme ont fait l'objet du rapport d'essai n T-2014-172 R1 (11/02-2015), réalisé par Flowtite Technology AS et du rapport d'essai n°T-2019-261 R2 (13/01/2020) réalisé par Amiblu Technology AS.
- La mesure de l'allongement admissible à long terme en milieu acide à long terme a fait l'objet du rapport d'essai n T-2013-228 (11/02/2015) réalisé par Flowtite Technology AS et du rapport d'essai n°T-2019-230 R2 (08/01/2020) réalisé par Amiblu Technology AS.

Les essais suivants réalisés par le CSTB ont fait l'objet du rapport d'essais n° CAPE 20-11005.

- Caractéristiques dimensionnelles.
- Caractéristiques mécaniques à court terme en flexion.

2.8.2. Références chantiers

Les produits Amiblu NC Line sont fabriqués depuis 2018.

Ils ont été utilisés principalement en Europe et à l'international.

A ce jour plus de 40km de coques Amiblu NC Line ont été fabriqués. La liste a été déposée au CSTB.

2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

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

Retrait : Déplacement axial de 10mm
Déviation 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 5 – Essai d'étanchéité selon norme ISO 16611

Type de profil	Hauteur H (mm)	Largeur B (mm)
CK-89	17	29
DS-GS	26	38

Tableau 6 - Profil des garnitures d'étanchéité (CK-89 et DS-GS)

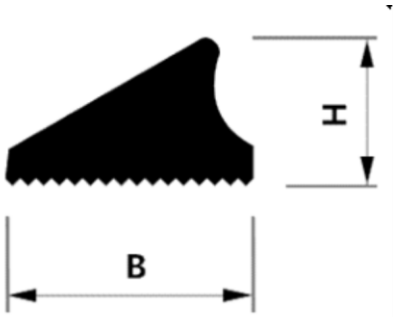


Figure 5 : Profile type CK-89 (EPDM, SBR, NBR) pour type A, B et C

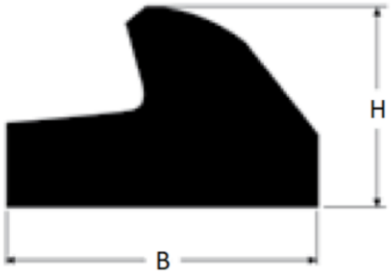


Figure 6 : Profile type DS-GS (EPDM, SBR, NBR) pour type C