

Travaux de réhabilitation d'une conduite par chemisage structurant dans le carneau d'un pont à Mesnil-le-Roi

Paul PETIT-KELLER – SEDIF
Thibault FISCHER – Cabinet MERLIN
Samuel SOROKA – SADE Travaux Spéciaux
Yassine BAKKAR – SADE Travaux Spéciaux



Sommaire

I – Présentation du projet
II – Description de la phase étude
III – Déroulement des travaux
IV - Conclusion



Définition du besoin

Sécurisation de l'alimentation de Mesnil-le-Roi

Canalisations stratégiques desservant Mesnil-le –Roi.

Rôle de secours de l'alimentation de l'usine de Maisons-Laffitte.

190 ml de conduite en DN300 acier (1974) et en DN300 fonte grise (1981).

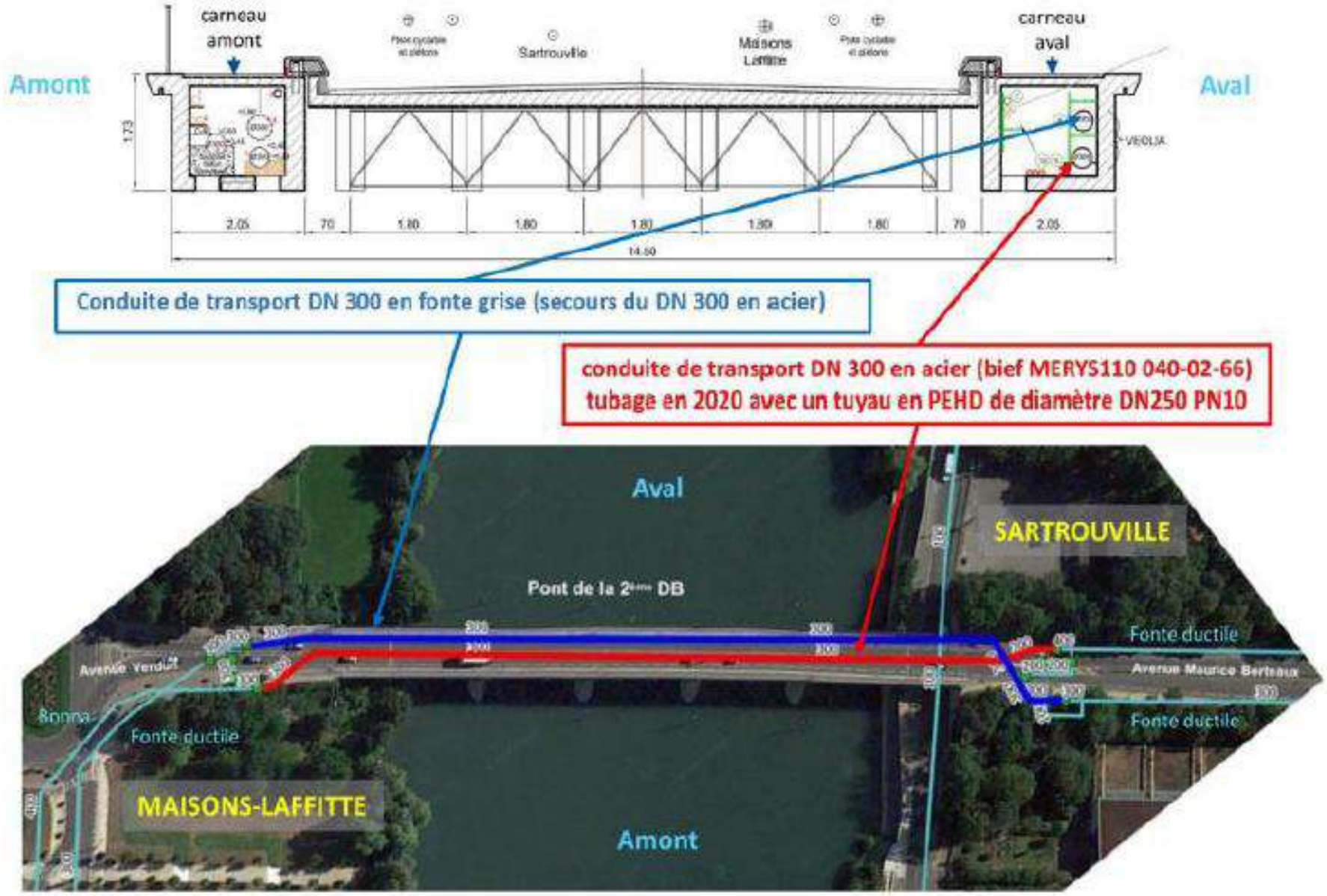
15 fuites identifiées depuis 2000.





Contraintes du site

- Emplacement des conduites
- Continuité de service
- Maintien de la circulation
- Sécuriser l'alimentation





Travaux programmés

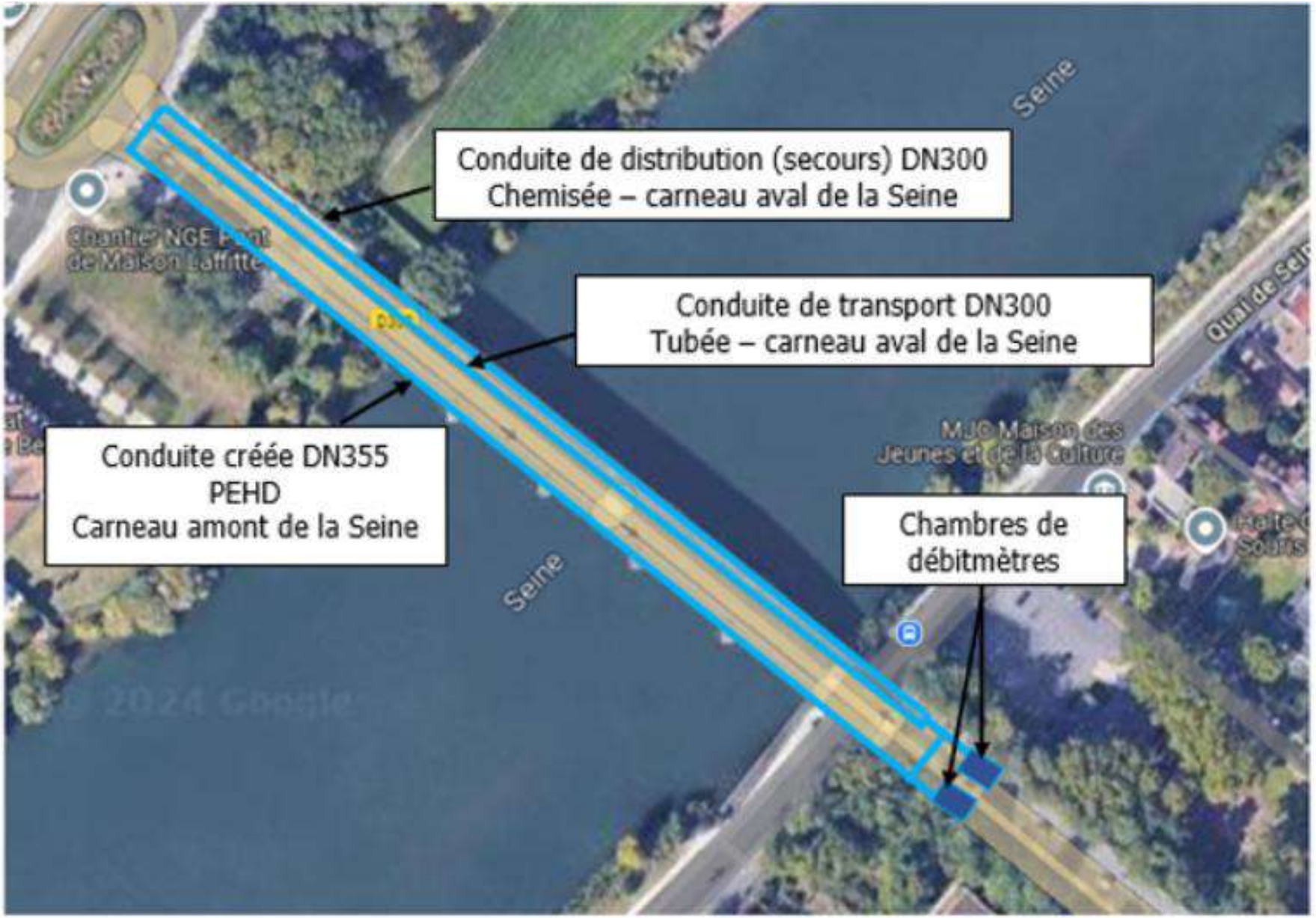
Conduite tubée en DN300 PEHD conservée.

Conduite de distribution DN300 fonte existante réhabilitée par la technique du chemisage.

Pose en lieu et place d'une conduite abandonnée d'un réseau en PEHD DN355.

Création de 2 chambres de débitmètres.

Coût des travaux : 1,5 M€
Durée des travaux : 8 mois





Sommaire

I – Présentation du projet

II – Description de la phase étude

III – Déroulement des travaux

IV - Conclusion



Phase études – Les études préalables

❑ Inspection télévisée

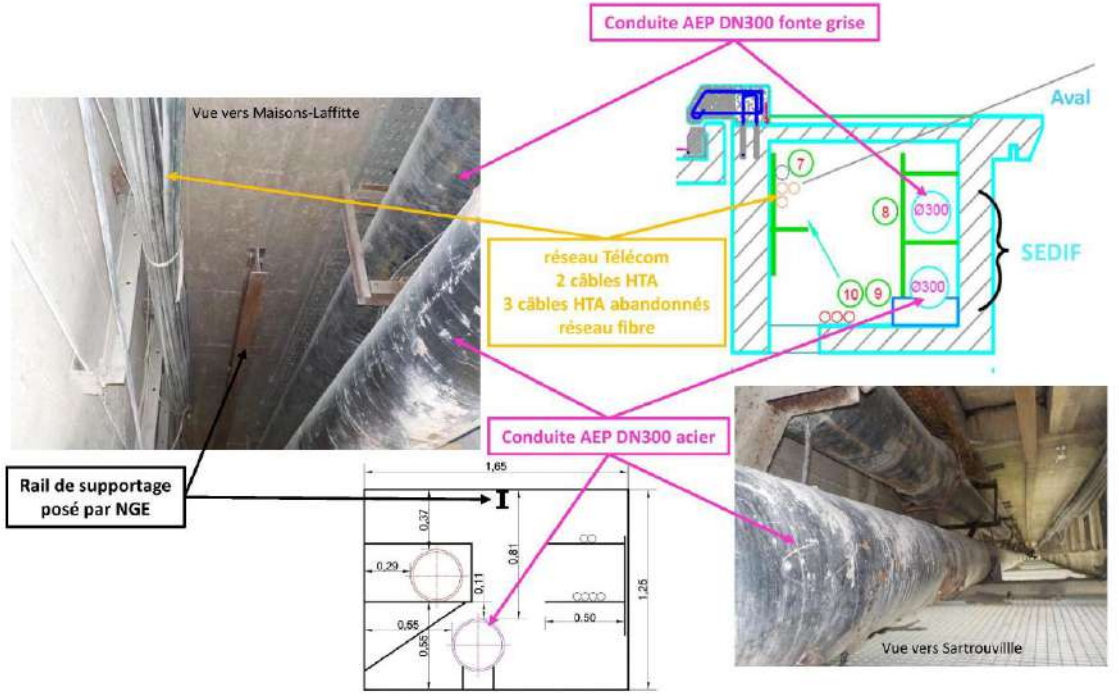
ITV réalisée en deux campagnes.

❑ Vérification de la géométrie.

Recherche de déformations et d'obstacles.

❑ Points vérifiés par la MOE

- Longueur réelle.
- Etat de la conduite existante.
- Déviations angulaires.
- Conditions d'accès.
- Faisabilité des raccordements.
- Etat des supports existants.



La qualité du diagnostic conditionne le choix de la technique de réhabilitation et la réussite de l'opération.



Phase études – Solution retenue

Après diagnostic :

Conduite fonte grise DN300 ➡ Réhabilitation par **chemisage structurant polymérisé** sur environ 190 m.

Pourquoi le chemisage ?

- Conservation de l'ouvrage existant et donc pas de mobilisation supplémentaire de l'espace dans le carneau
- Perte limitée en diamètre.
- Limitation des interventions lourdes dans le carneau et gain en termes de durée d'exécution
- Réduction des nuisances.
- Suppression des risques liés à un remplacement intégral dans un espace confiné.
- Réduction des impacts sur la circulation et l'exploitation.
- Pas de changement de direction important.
- Pas d'équipement sur la conduite.
- Présence de 2 autres conduites donc risque limité.



Phase études – Compatibilité sanitaire

Particularité des réseaux AEP :

Les matériaux mis en œuvre doivent garantir la conformité sanitaire de l'eau distribuée.

Exigences réglementaires

Tous les matériaux en contact avec l'eau potable doivent disposer d'une :Attestation de Conformité Sanitaire (ACS)

Cette attestation garantit :

- l'absence de migration de substances indésirables
- la compatibilité avec la consommation humaine
- le respect du Code de la Santé Publique.


eurofins

Laboratoire habilité par le Ministère chargé de la santé en application de l'article R*. 1321-52 du code de la santé publique

ATTESTATION DE CONFORMITE SANITAIRE (ACS)

Certificate of sanitary conformity

Conformément à l'arrêté du 29 mai 1997 modifié et aux circulaires du Ministère de la Santé DGS/VS4 n° 99/217 du 12 avril 1999 et DGS/VS4 n° 2000/232 du 27 avril 2000

Coordonnées du demandeur / *Contact details of the ACS owner :*
NordiTube Technologies SE
Rue Ernest Solvay 181
BE-4000 Liège
Belgique

Nom(s) commercial(aux) du produit fini / *Commercial name(s) of the finished product :*
Nordiflow W PE • 582-25OF

Gaines

Résine

Type de produit fini / *Type of finished product :*
☐ tube / *pipe*
☐ Réservoirs / *Storage systems*
☐ joint / *seal, gasket, o-ring ...*
■ revêtement pour tubes / *coating for pipes*
☐ Produits pour réservoirs / *Products for storage systems*
☐ composant d'accessoires / *accessories components*

Extrait certificat ACS

Contrôles réalisés par la MOE

Vérification des ACS de :

- la gaine
- la résine
- les joints
- les accessoires en contact avec l'eau.

Vérification de la validité des certificats avant exécution.



Phase études – Dimensionnement de la gaine

Solution retenue

- Réhabilitation par chemise feutre auto-structurante de Classe A.
- Imprégnation par résine époxy.
- Mise en œuvre par inversion.
- Polymérisation à la vapeur.
- Réhabilitation d'une conduite fonte grise DN300 sur environ 190 m dans le carneau du pont de la 2ème Division Blindée.

Vérifications réalisées en phase études

Le dimensionnement de la gaine a fait l'objet d'une note de calcul spécifique intégrant :

- les caractéristiques géométriques de la conduite existante ;
- les charges permanentes et d'exploitation
- les pressions de service et d'épreuve
- les éventuelles sollicitations extérieures
- les coefficients de sécurité ;
- le vieillissement du matériau sur une durée de vie cible de 50 ans.

Particularités du projet

- Ouvrage implanté dans le carneau d'un pont franchissant la Seine.
- Présence de mouvements potentiels liés à l'ouvrage.
- Maintien des performances hydrauliques du DN300.
- Nécessité de garantir la tenue aux pressions positives et négatives du réseau AEP.
- Présence d'une ventouse au milieu du pont qui a conduit à réaliser le chemisage en 2 tronçons.



Phase études – Dimensionnement de la gaine

Objectif:

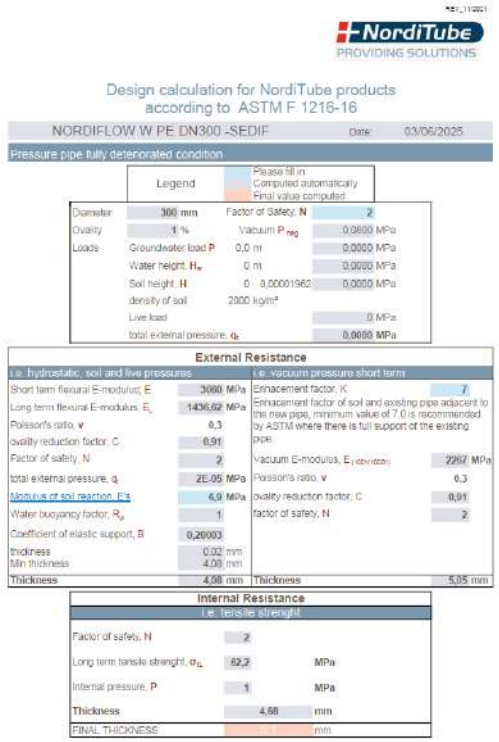
Déterminer l'épaisseur minimale permettant à la gaine de reprendre durablement les sollicitations mécaniques tout en garantissant les performances hydrauliques.

Hypothèses étudiées

- Diamètre intérieur existant
- État structurel de la conduite existante
- Ovalisation mesurée
- Charges de remblai
- Charges roulantes
- Pression de service du réseau
- Durée de vie cible (50 ans)

Rôle de la MOE

- Vérification des hypothèses retenues par l'entreprise
- Validation de la note de calcul
- Contrôle de la cohérence entre épaisseur calculée et épaisseur commandée


NordiTube
PROVIDING SOLUTIONS

Design calculation for NordiTube products
according to ASTM F 1216-16

NORDIFLOW W PE DN300 -SEDIF — Date: 03/06/2025

Pressure pipe fully deteriorated condition

Legend	Please fill in / Computed automatically / Final value computed

Diameter	300 mm	Factor of Safety, N	2		
Ovality	1 %	Vacuum P_{neg}	0,0600	MPa	
Loads	Groundwater load P	0,0 m	0,0000	MPa	
	Water height, H_w	0 m	0,0000	MPa	
	Soil height, H	0	0,00001962	0,0000	MPa
	density of soil	2000 kg/m³			
	Live load		0	MPa	
	total external pressure, q_s		0,0000	MPa	

External Resistance

i.e. hydrostatic, soil and live pressures			i.e. vacuum pressure short term	
Short term flexural E-modulus, E	3000	MPa	Enhacement factor, K	7
Long term flexural E-modulus, E_L	1436,62	MPa	Enhacement factor of soil and existing pipe adjacent to the new pipe, minimum value of 7,0 is recommended by ASTM where there is full support of the existing pipe.	
Poisson's ratio, v	0,3			
ovality reduction factor, C	0,91			
Factor of safety, N	2		Vacuum E-modulus, $E_{L\,(long\,term)}$	2267 MPa
total external pressure, q_s	2E-05	MPa	Poisson's ratio, v	0,3
Modulus of soil reaction, E'n	4,9	MPa	ovality reduction factor, C	0,91
Water buoyancy factor, R_w	1		factor of safety, N	2
Coefficient of elastic support, B	0,20003			
thickness	0,02	mm		
Min thickness	4,00	mm		
Thickness	4,08	mm	Thickness	5,05 mm

Internal Resistance
i.e. tensile strenght

Factor of safety, N	2		
Long term tensile strenght, σ_{LL}	62,2	MPa	
Internal pressure, P	1	MPa	
Thickness	4,68	mm	
FINAL THICKNESS		mm	

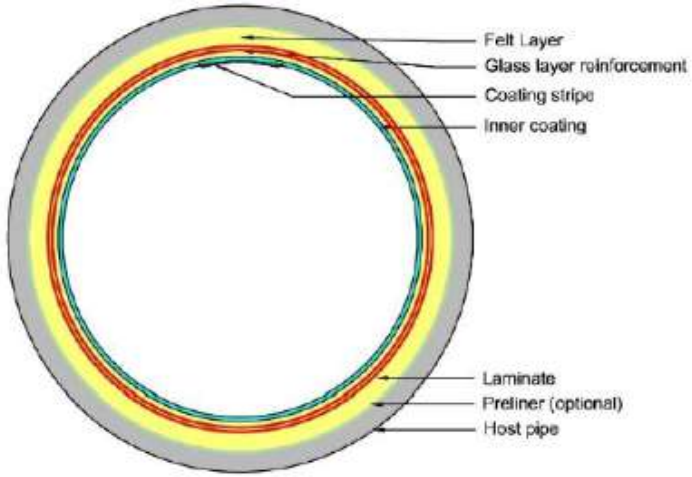
Point d'attention: Une mauvaise caractérisation de la conduite existante peut conduire à un sous-dimensionnement ou à un surdimensionnement de la gaine.



Phase études – Présentation de la gaine issue de Norditube

Design du système

Pre-Liner	Film	Film extérieur
Laminât	Fibres PET et verre ECR	Feutre, renfort fibre de verre et résine époxy
Revêtement	PE	Revêtement interne



Propriétés mécaniques

Module d'élasticité périphérique (court terme) selon ISO 7685	1	3060 [MPa]
	2	3920 [MPa]
Module d'élasticité périphérique (long terme) selon ISO7685	1	1430 [MPa]
	2	1840 [MPa]
Résistance à la flexion (court terme) selon ISO 178	1	72 [MPa]
	2	142 [MPa]
Résistance à la flexion (long terme) selon ISO 178	1	34 [MPa]
	2	66 [MPa]
Facteur de réduction A1 (10000h)		2,13



Phase études – Vigilance sur les documents d'exécution

Documents à vérifier avant travaux

- ✓ Note de calcul de dimensionnement de la gaine
- ✓ ACS de l'ensemble des composants
- ✓ Procédure d'imprégnation
- ✓ Procédure de polymérisation
- ✓ Procédure de désinfection
- ✓ Programme des essais mécaniques et sanitaires



Sommaire

I – Présentation du projet
II – Description de la phase étude
III – Déroulement des travaux
IV - Conclusion



Phase travaux : rappel

– Pose de 2 tronçons par chemisage polymérisé vapeur



– Travaux de nuit



Préparation

– Essais à Blanc : Test M-2







Préparation Conduite

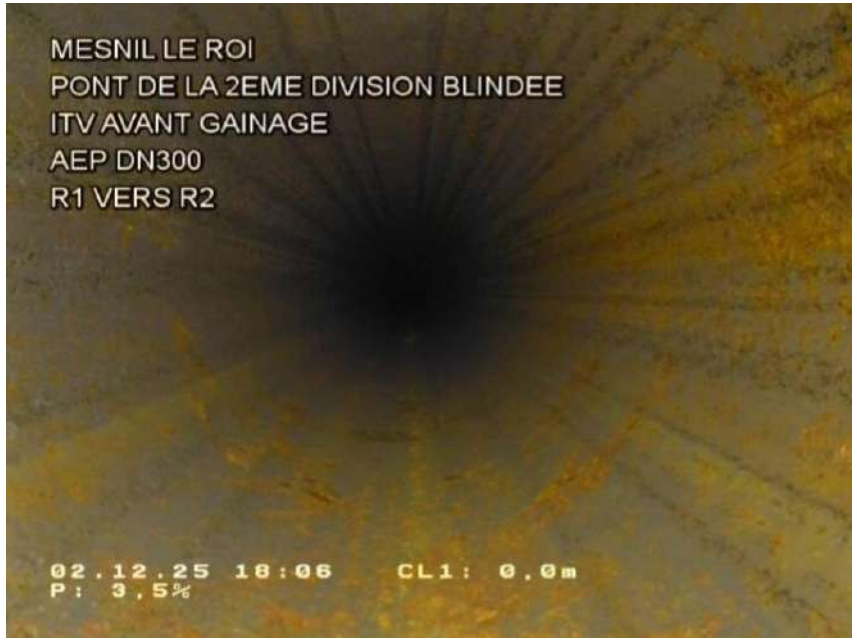
- Nettoyage, curage et prise de mesures





Préparation Conduite

– ITV





Préparation

– Planning minuté

sade travaux spéciaux

SEDIF MESNIL LE ROI - REHABILITATION

Planning minuté des opérations de ga

	Tache	
	PREPARATION CANALISATION (CHANTIER)	8
	Installation en surface	8
	Platelage sur caillebotis	4
	Retention sur platelage	4
GAINE 1	**ATELIER SADE MELUN - GAINE REVERSEE**	18
	Déroulage complet	1
	Mise en dépression	7
	Remplissage et Imprégnation	3
	Laminage	3
	Stockage reférigéré	1
	Transport gaine dans container réfrigéré	3
	INSERTION GAINE DANS CANALISATION	5
	Installation bathyscaphe	1
	Insertion gaine dans bathyscaphe	1
	Insertion par réversion dans canalisation (2mn/ml)	3
	POLYMERISATION	9
	Mise en place installation de chantier (alternat)	1
	Installation chaudière + raccordement gaine	1
	Chauffe à la vapeur	4
	Refroidissement	3
	Têtes de gaine (1ère découpe pour dépose gaine "morte")	2

LUNDI 01 DECEMBRE | MARDI 02 DECEMBRE | MERCREDI 03

H8 H9 H10 H11 H12 H13 H14 H15 H16 H17 H18 H19 H20 H21 H22 H23 H24 H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10 H11 H12 H13 H14 H15 H16 H17 H18 H19 H20 H21 H22 H23 H24 H1 H2 H3 H4 H5 H6 H7 H8 H9 H10 H11 H12

Equipe de jour
Equipe de nuit Atelier
Equipe de jour
Equipe de nuit chantier

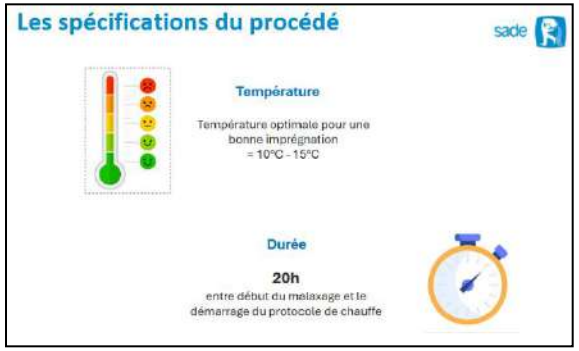


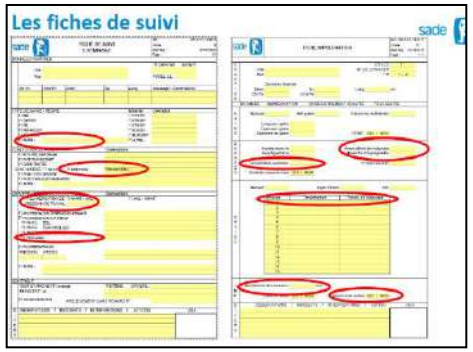
Préparation

– Pitch chantier













Imprégnation

- Préparation et Mise sous vide gaine







Imprégnation

– Mélange résine bi-componsant





Imprégnation

– Insertion résine et laminage









Imprégnation

- Stockage gaine dans camion réfrigéré







Mise en œuvre

– Insertion dans Bathyscaphe







Mise en œuvre

– Installation de chantier





Mise en œuvre

- Insertion de la gaine dans la conduite par inversion







Mise en œuvre

– Polymérisation vapeur



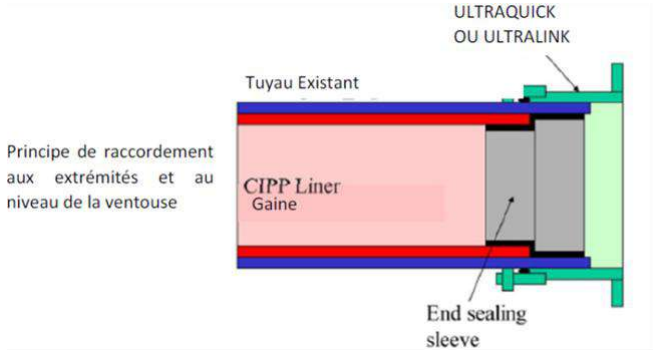




Raccordements

- Découpe et pose des Amex









- ITV après gainage





OPR : les points de vigilance

Contrôles réalisés

Essais mécaniques

Le CCTP impose :

- contrôle de l'épaisseur de la gaine,
- essais de flexion sur échantillons prélevés aux extrémités,
- analyses réalisées par un laboratoire accrédité NF EN ISO 11298-4.

ITV finale

Inspection complète réalisée après épreuve de pression et avant désinfection. Contrôle :

- absence de plis,
- absence de bulles,
- continuité du chemisage,
- qualité des extrémités.

Essais d'étanchéité

- Épreuve de pression.
- Validation de l'étanchéité du tronçon réhabilité.

Contrôles sanitaires

- Désinfection.
- Analyses bactériologiques avant mise en service.



Sommaire

I – Présentation du projet
II – Description de la phase étude
III – Déroulement des travaux
IV - Conclusion



Conclusion / Bilan

Le principal enseignement de ce projet est que la réussite d'un chemisage structurant ne repose pas uniquement sur la pose de la gaine, mais sur la maîtrise de l'ensemble de la chaîne :

- Diagnostic : relevé précis indispensable (DN, angulations, ovalisation, état structurel, anomalies…)
- Dimensionnement
- Préparation
- Insertion et polymérisation avec une mobilisation du personnel sur plusieurs postes
- Contrôles mécaniques
- Validation sanitaire



Merci de votre attention

