

“Produits et procédés d'étanchéité innovants”

Système d'Étanchéité Liquide armé intrados – TECTOPROOF CA

Jean-Louis MAHUET
Animateur du GT9 - AFTES

1 - Présentation du Système d'Étanchéité Liquide armé

Le 16 décembre 2011, la Société SPPM – 27/29, rue Raffet – 75016 PARIS, a sollicité auprès du Groupe de Travail n°9 de l'AFTES une demande d'attribution d'un « Avis d'Experts procédés ou produits d'étanchéité innovants ».

Cette demande s'applique au Système d'Étanchéité Liquide armé (S.E.L) TECTOPROOF CA.

► Domaines d'utilisation revendiqués par le S.E.L TECTOPROOF CA

Cette demande concerne l'étanchéité adhérente au support, mise en œuvre à l'intrados des parties suivantes d'ouvrages souterrains :

- Les voûtes et dalles supérieures des tunnels et des tranchées couvertes ;
- Les piédroits et voiles verticaux des tranchées couvertes ;
- Les radiers des tunnels et des tranchées couvertes.

Les ouvrages concernés sont les suivants :

- Les tranchées couvertes ;
- Les passages souterrains sous plate-forme routière, autoroutière et ferroviaire ;
- Les espaces souterrains enterrés : parkings – gares ferroviaires – stations de métro, etc. . .
- Les tunnels creusés ;
- Les tunnels forés.

Le S.E.L TECTOPROOF CA est destiné à assurer :

- l'étanchéité intrados des ouvrages neufs, soumis à des contrepressions hydrostatiques plus ou moins importantes,
- la réparation et la rénovation d'ouvrages souterrains anciens, soumis à des contrepressions hydrostatiques plus ou moins importantes.

► Présentation du TECTOPROOF CA

Le Système d'Étanchéité Liquide armé TECTOPROOF CA est un matériau composite constitué d'un tissu en verre ou carbone noyé dans une matrice époxydique. Le tissu permet au TECTOPROOF CA de résister à la fissuration du support et à la contrepression hydrostatique. Le choix du tissu résulte d'une note de calcul prenant en compte la résistance du revêtement.

Le TECTOPROOF CA se décline en 4 versions :

- CAV 45 : revêtement armé avec tissu de verre VP 45
 - CAV 70 : revêtement armé avec tissu de verre VP 70
 - CAC 30 : revêtement armé avec tissu de carbone TC 30
 - CAC 40 : revêtement armé avec tissu de carbone TC 40
- Chaque tissu peut-être mis en œuvre entre 1 à 3 couches.

Le procédé TECTOPROOF CA est habituellement composé :

- D'un primaire d'adhérence à base de résine époxydique bi-composant ETANPRIM SH, faisant également office de pare vapeur,
- D'un film d'étanchéité composé de la façon suivante
 - Résine époxydique bi-composant ETANPRIM SH pour les supports horizontaux, du type radier,
 - Résine époxydique bi-composant ETANPRIM SH THIXO pour les supports horizontaux, du type sous-face des voûtes et dalle supérieure et pour les supports verticaux, du type piédroits et voiles.
- D'une armature permettant au S.E.L de résister à la fois à la fissuration du support et à la contrepression hydrostatique. Cette armature est constituée d'un tissu comprenant des fils en verre ou en carbone assemblés à 45° pour réaliser un renfort bidiagonal, permettant au S.E.L d'atteindre des caractéristiques mécaniques élevées à très élevées. En fonction des caractéristiques mécaniques souhaitées le tissu peut être soit :
 - Tissu en fils de verre : VP 45 et VP 70
 - Tissu en fils de carbone : C30 et C40
- D'une couche de protection éventuelle, sachant que pour la fonction étanchéité intrados le TECTOPROOF CA peut rester apparent. Cette couche de protection, ou de finition, peut être la suivante :
 - En piédroit et en voûte : système de peinture ou enduit hydraulique. Dans ce cas la dernière couche d'ETANPRIM SH est saupoudrée de silice 0,1/0,6 – 0,4/0,9 ou 0,6/1,6, suivant l'épaisseur de l'enduit.
 - En radier et pour des ouvrages souterrains de transport, le TECTOPROOF CA est protégé par une chape en béton, mise en œuvre soit sur un géotextile de 700 g/m², soit par un géospaceur de drainage, composé par exemple d'une nappe à excroissances

- Dans le cas des passages souterrains piétons/cyclistes, ou d'espace souterrains, type ERP, le TECTOPROOF CA peut recevoir un carrelage ou un sol résine.

Résistance au feu : le S.E.L TECTOPROOF CA, possède à ce jour un classement B S₂D₀ (ancien classement français M1). Des essais sont actuellement en cours au CSTB pour obtenir le classement B S₁D₀ permettant de satisfaire aux exigences, par exemple des transports souterrains guidés (métro, tramway).



Photo n°1 - Détail d'un tissu de carbone C40.



Photo n°2 - Application du primaire SH.



Photo n°3 - Mise en œuvre du tissu de carbone.



Photo n°4 - Marouflage du tissu et de la 2^{ème} couche.

Le S.E.L armé TECTOPROOF CA bénéficie d'un ATE_x de type A, validé par le CSTB avec le numéro de référence 1921.

La matrice époxydique ETANPRIM SH possède un marquage CE, selon NF EN 13813 et l'ETAG 005

► Mise en œuvre du S.E.L armé TECTOPROOF CA

• Prescriptions générales de mise en œuvre

Les surfaces seront soigneusement préparées de manière à ouvrir un maximum de pores permettant l'adhérence du S.E.L. Elles seront débarrassées de la poussière, de la laitance non adhérente, de résidus de produit de cure, etc... En cas de réfection d'ouvrage existant, les revêtements en place, peinture, parement collé, etc... seront soigneusement déposés.

En radier, le support sera préparé par décapage hydraulique à 40 MPa ou par grenailage. Les surfaces verticales et sous-face de dalle supérieure seront préparées par décapage hydraulique à 40 MPa, sablage hydropneumatique, sablage à sec ou humide, ponçage mécanique etc...

Les fissures infiltrantes (à partir du niveau 1 du classement AFTES) seront obligatoirement traitées, selon le paragraphe 3.6 de l'ATE_x cas A.

Le traitement des joints de construction sera réalisé conformément aux paragraphes 3.8 à 3.12 et 4.8 à 4.12 de l'ATE_x cas A.

• Mise en œuvre du S.E.L armé

Conformément au paragraphe 5 de l'ATE_x cas A, celle-ci comprendra :

- Application au rouleau d'une couche de primaire ETANPRIM SH, à raison de 400 g/m² suivi d'un léger saupoudrage de silice 0.4/0.9.
- Application d'une couche d'imprégnation ETANPRIM SH en horizontal et ETANPRIM SH THIXO en vertical et en sous-face de dalle supérieure. La consommation de résine est fonction du type de tissu mis en œuvre.
- Mise en place du tissu, puis marouflage au rouleau ou à la spatule à maroufler. La continuité de l'armature sera assurée par recouvrement des laizes sur 5 cm. Celles-ci comportent en lisière un fil coloré pour matérialiser les 5 cm. En fonction de la température l'auto imprégnation du tissu par ETANPRIM SH devra se faire pendant au moins 4H00.
- Application de la 2^{ème} couche de saturation du tissu ETANPRIM SH en horizontal et ETANPRIM SH THIXO en vertical et en sous-face de dalle supérieure. La

consommation de résine est fonction du type de tissu mis en œuvre.

- Mise en œuvre de la couche de protection éventuelle.
- **Les caractéristiques physico-mécaniques du procédé TECTOPROOF CA sont les suivantes :**

Ces caractéristiques découlent du tableau figurant dans le mémoire technique, validé par le Département Laboratoire de Lyon du CETE de LYON (voir alinéa 2.1) :

- Adhérence sur support sec, selon NF EN 13596 : ≥ 2 MPa
- Résistance à la contre-pression, selon NF P 18862 : ≥ 2 MPa
- Contrainte à la rupture en traction, selon ISO 527-4 : ≥ 40 MPa
- Déformation à la rupture en traction, selon ISO 527-4 : ≤ 10 %
- Module d'élasticité en traction, selon ISO 527-5 : ≥ 2 GPa
- Perméance à la vapeur d'eau, selon NF EN ISO 7783-2 : ≤ 10 mg/m²h/mm/Hg
- Application en surface verticale, selon référentiel AT SETRA : pertes < 10%

2 - Essais laboratoire et chantier test

Conformément à la procédure établie pour la délivrance d'avis d'experts A.F.T.E.S, un examen du dossier technique de la société SPPM par un laboratoire et la réalisation de chantiers tests ont été réalisés :

2.1 - Examen du dossier technique transmis par la société SPPM

Cet examen a été confié par la commission au Département Laboratoire de Lyon du CETE de LYON. Celui-ci a été fait à partir des documents transmis par SPPM à savoir : Cahier des charges du procédé et rapports d'essais.

Le rapport d'essai n° 41313 a été transmis à la commission le 18 janvier 2013. Les conclusions de ce rapport étaient les suivantes : « Nous n'avons pas décelé d'incohérences majeures dans la description du procédé, les essais de caractérisation et de performances transmis. »

Les conclusions de ce rapport ont été définitivement validées par la commission lors de sa réunion plénière du 24 janvier 2013.

2.2 - Réalisation des chantiers test

Dans le cadre de cette demande d'avis d'expert deux chantiers tests ont été organisés avec l'accord de la société SPPM.

Le 1er chantier test s'est déroulé le 15 mai 2012, en dalle supérieure d'un passage souterrain du dépôt de la RATP à BOBIGNY 93000. Il concernait le traitement de fissures infiltrantes en dalle supérieure et a été réalisé par la société ETANDEX. La surface de traitement confortatif, réalisée à l'aide du SEL TECTOPROOF armé d'un tissu de verre TV 45, était d'environ 30 m².

Selon le schéma n°1, les travaux comprenaient :

- Traitement de fissures suintantes en dalle supérieure :
- Primaire ETANPRIM SH saupoudré de silice 0,4/0,9
- Première couche d'imprégnation ETANPRIM SH – version thixotropée 800g/m², appliquée au rouleau.
- Application du tissu de verre TV 45 et marouflage dans la couche de résine fraîche

- Saturation du tissu à l'aide d'une couche de 600 g/m² d'ETANPRIM SH saupoudrée de silice 0,4/0,9
- Application d'une couche de peinture.

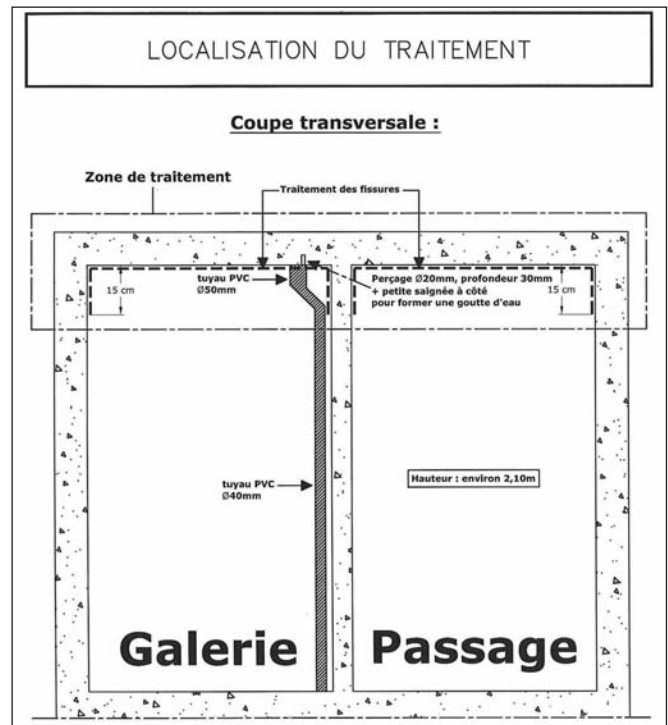


Schéma ETANDEX d'application du TECTOPROOF CA - EGIS rail.



Photo n°5 - Application en sous face de dalle.

Le compte rendu de ce chantier test a été présenté à la commission plénière du 5 juillet 2012. Au vu de la faible surface traitée, la commission a demandé à SPPM d'organiser un autre chantier test avec des surfaces plus représentatives de la réfection d'étanchéité d'ouvrages souterrains.

Le 2^{ème} chantier test s'est déroulé le 18 décembre 2012, au niveau-2 d'un sous-sol de parking d'un bâtiment d'habitation, situé à Boulogne Billancourt 92100. Il concernait la réparation d'un dallage très fissuré, ne pouvant plus du fait d'un positionnement trop bas du lit supérieur du ferrailage de celui-ci reprendre la

contrepression hydrostatique de service. Les travaux ont été réalisés de novembre 2012 à janvier 2013 par la société ETANDEX. La surface de traitement confortatif, réalisée à l'aide du SEL TECTOPROOF, armé d'un tissu de carbone TC 40, était d'environ 6000 m².

Les travaux comprenaient :

- Dépose de l'enduit mince d'imperméabilisation par cristallisation du béton existant, déjà réalisé sur les relevés avant découverte de la fissuration importante du radier, qui n'a été visible qu'après grenailage de celui-ci.
- Traitement de fissures suintantes du radier :
- Application du primaire ETANPRIM SH – 400 g/m², appliqué au rouleau et saupoudré de silice 0,4/0,9
- Mise en œuvre de la première couche d'imprégnation ETANPRIM SH – 800g/m², appliquée à la spatule
- Application du tissu de carbone TC 40 et marouflage dans la couche de résine fraîche
- Mise en œuvre de la deuxième couche de saturation du tissu ETANPRIM SH - 600 g/m², appliquée à la spatule et saupoudrée de silice 0,4/0,9
- Application du revêtement de sol du parking



© EGIS Reil

Photo n°6 - Vue générale du 2^{ème} chantier test.

3 - Avis du GT n°9 de l'AFTES

Lors de sa réunion du 7 juin 2013, le Groupe de Travail n°9 a donné l'avis suivant :

Le Groupe de Travail n°9 de l'association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFTES) émet un avis favorable à l'utilisation du Système d'Etanchéité Liquide armé TECTOPROOF CA.

Cet Avis d'Experts AFTES couvre les utilisations suivantes :

- Les voûtes et dalles supérieures des tunnels et tranchées couvertes ;
- Les piédroits et voiles verticaux des tranchées couvertes ;
- Les radiers des tunnels et des tranchées couvertes.

Cet Avis d'Experts AFTES couvre les ouvrages souterrains suivants :

- Les tranchées couvertes ;
- Les passages souterrains sous plate-forme routière, autoroutière et ferroviaire ;
- Les espaces souterrains enterrés : parkings – gares ferroviaires – stations de métro, etc...
- Les tunnels creusés.
- Les tunnels forés

Le stockage et la mise en œuvre du Système d'Etanchéité Liquide armé TECTOPROOF CA., devront être réalisés conformément au cahier de pose de la Société SPPM. ♦