

# AVIS D'EXPERTS AFTES

## « PROCÉDES D'ÉTANCHEITE INNOVANTS »

### Rappel du contenu de l'Avis d'Experts AFTES

Jean-Louis MAHUET  
Animateur du GT9 - AFTES

L'Avis d'Experts AFTES « *Procédés d'étanchéité innovants* » est attribué par une commission issue du Groupe de Travail n°9 de l'AFTES « *Étanchéité et drainage des ouvrages souterrains* ». La procédure de délivrance de cet Avis d'Experts a déjà été présentée dans les numéros 168 et 229 de la revue de l'AFTES. Il concerne les nouveaux procédés ou produits d'étanchéité, non couverts à ce jour, soit par le Fascicule 67 – titre III du CCTG, soit par un Avis Technique CETU. Le domaine d'application du procédé proposé par le producteur est vérifié par la commission selon la procédure suivante :

- La fourniture d'un dossier technique complet avec notamment des PV d'essais permettant l'identification et la caractérisation physico-mécanique du procédé d'étanchéité. Ces essais devant répondre aux exigences essentielles décrites à l'article 5 du fascicule 67 – Titre III en vigueur.
- La réalisation d'un chantier test permettant la validation du domaine d'application revendiqué par le produit ou le procédé d'étanchéité.

L'Avis d'Experts AFTES peut être contractualisé dans un marché public de travaux d'étanchéité d'ouvrages souterrains.

#### Conditions d'attribution et durée de validité d'un « Avis d'experts AFTES »

Un « avis d'experts AFTES » n'est valable que pour une durée de 5 ans. A l'issue de cette période un renouvellement de cet avis doit être demandé à l'AFTES. Attention ! un « Avis d'experts AFTES » devient caduc automatiquement dans les conditions suivantes :

- Date de publication du référentiel technique, spécifique à la famille de procédé d'étanchéité concernée, par la commission AVIS TECHNIQUE CETU pour les procédés d'étanchéité mis en œuvre dans les ouvrages souterrains. Informations - CETU.
- Date de parution de la réactualisation du Fascicule 67 – Titre III, actuellement en cours. Cette réactualisation, outre l'intégration de la nouvelle norme européenne NF EN 13491, relative à l'utilisation des géomembranes et géosynthétiques bentonitiques pour l'étanchéité des ouvrages souterrains, élargira la liste des procédés d'étanchéité couverts par le CCTG à la plupart des procédés bénéficiant à ce jour d'un « Avis d'experts AFTES ». La date de parution de ce nouveau fascicule est envisagée pour le 2<sup>ème</sup> semestre 2014

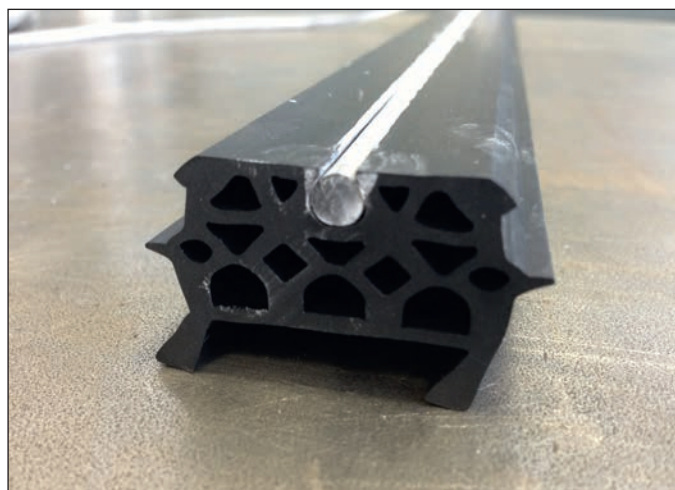


Photo 1 - Joint mixte ancré de voussoir M 389.23 TYPE CVV



Photo 2 - Géocomposite de drainage surfacique FONDA GTX.

A la date de rédaction de cet article les procédés d'étanchéité bénéficiant d'un Avis d'Experts AFTES sont repris dans le tableau ci-dessous. Leur statut par rapport à la publication ou pas d'un référentiel de l'Avis Technique CETU est indiqué.

Fabricant du procédé	Nom du procédé	Description sommaire du procédé	Domaine d'application couvert par l'Avis d'Expert	Références de publication T.O.S	Statut de l'Avis d'Experts
GRACE	BITUTHENE HD 3000-4000-8000	Membrane bitumineuse adhésive à froid	Dalle supérieure et paroi verticale de tranchée couverte	T.O.S n° 197	Renouvelé le 21/06/2012 valable jusqu'en juin 2017
SIPLAST	TERANAP 431 TP	Géomembrane bitumineuse	Voûte et dalle supérieure de tranchée couverte. Etanchéité sous radier	T.O.S n°197	Avis d'expert annulé, remplacé par Avis Technique CETU en 2012
GRACE	PREPRUFE 300 R	Géocomposite étanchéité	Etanchéité des radiers et des piédroits	T.O.S n°197	Renouvelé le 21/06/2012 valable jusqu'en juin 2017
SIKA	SARNAFIL MP 915-20T	Géomembrane E.C.F* translucide	Etanchéité par D.E.G** synthétique des tunnels et Tranchées couvertes	T.O.S n°168	Non renouvelé
SMAC-ACIEROID	NEOPHALTE TP	Asphalte mono-couche	Etanchéité des dalles supérieures	T.O.S n°168	Non renouvelé
CETCO	VOLTEX	Géosynthétique bentonitique	Etanchéité extrados des tranchées couvertes	T.O.S n°168	Avis d'expert annulé, remplacé par Avis Technique CETU en 2014
FARGOSAN	CARFOAM « TOP Class » et « New AFF »	Géocomposite de drainage surfacique avec protection thermique incorporée	Etanchéité par drainage des tunnels	Avis d'Experts Du 14/12/2006	Non renouvelé
RPM BELGIUM	DUAL SEAL	Géocomposite d'étanchéité avec sous-couche bentonite	Etanchéité extrados des tranchées couvertes	Avis d'Experts Du 07/10/2010	Renouvellement 2015
P.D.T	BLACKSWELL	Joint manufacturé hydroexpansif	Etanchéité des voussoirs	T.E.S n°225	Renouvellement 2016
DE NEFF	SWELLSEAL 3 V- Type S	Joint manufacturé hydroexpansif	Etanchéité des voussoirs	T.E.S n°225	Renouvellement 2016
SIPLAST	FONDA GTX	Géocomposite de drainage surfacique	Etanchéité par drainage des tunnels	T.E.S n°225	Renouvellement 2016
S.P.P.M	TECTOPROOF CA	Système d'Etanchéité Liquide Armé S.E.L.A	Etanchéité intrados adhérente des ouvrages souterrains	T.E.S n° 238	Renouvellement 2018
DATWYLLER	M 389.23 TYPE CW	Joint ancré mixte d'étanchéité de voussoirs	Joint d'étanchéité des tunnels forés à base de voussoirs	T.E.S n°239	Renouvellement 2018

# Système de traitement confortatif et de drainage ponctuel D/NOX- TBS

Jean-Louis MAHUET  
Animateur du GT9 - AFTES

## 1 - Présentation du Système de traitement confortatif et de drainage ponctuel D/NOX - TBS

Le 3 octobre 2013, 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 de traitement confortatif et de drainage ponctuel par bande de pontage manufacturée D/NOX –TBS.

### Domaines d'utilisation revendiqués par le Système de traitement confortatif et de drainage ponctuel D/NOX - TBS :

Cette demande concerne le traitement confortatif et de drainage ponctuel, par bande de pontage manufacturée, collée ou fixée mécaniquement, mise en œuvre à l'intrados des parties suivantes d'ouvrages souterrains :

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

Les supports peuvent être :

- En béton armé,
- En béton non armé,
- En maçonnerie enduite

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 Système D/NOX – TBS est un procédé de pontage utilisé pour les deux fonctions suivantes :

- **Procédé D/NOX – TBS 10** qui est un système de pontage confortatif, constitué par la bande de pontage TECTOFLEX, collée au support à l'aide d'un adhésif époxydique (photo n°1). Il est conforme pour cette fonction au

chapitre 2 des recommandations de l'AFTES, relatives « aux traitements des arrivées d'eau dans les ouvrages souterrains » – T.O.S 194/195 de mars/juin 2006.

- **Procédé D/NOX –TBS 11** qui est un système de drainage ponctuel, toujours constitué par une bande de pontage TECTOFLEX, posée en indépendance et latéralement fixée au support (photo n°2), selon l'un des deux systèmes suivants :

- Collage à l'aide d'un adhésif époxydique,
- Fixation mécanique au support par deux feuillards métalliques (système bride/contre bride), dans ce cas le système est démontable pour faciliter son entretien.

Il est conforme pour cette fonction au chapitre 3 des recommandations de l'AFTES, relatives « aux traitements des arrivées d'eau dans les ouvrages souterrains » – T.O.S 194/195 de mars/juin 2006.



Photo 1 - Rouleaux de bande TECTOFLEX.

© SPPM



Photo 2 - D/NOX-TBS 11 fixé mécaniquement.

© EGIS

## Présentation du Système de traitement confortatif et de drainage ponctuel D/NOX - TBS

Le Système D/NOX – TBS est composé :

- d'une bande de pontage TECTOFLEX thermoplastique en FPO (Polyoléfine Flexible) modifiée. Elle est proposée en deux épaisseurs de 1 et 2 mm et en 4 largeurs standards de 0.10 – 0.15 – 0.20 et 0.25 m. Sur demande d'autres largeurs sont possibles jusqu'à 2.00 m,
- d'un adhésif époxydique bi-composant, sans solvant ETANCOL 492 de la société SPPM,
- d'un adhésif époxydique bi-composant, sans solvant thixotropé ETANCOL 303 de la société SPPM,
- d'une pâte époxydique bi composante, sans solvant STRATILAC EL de la société SPPM,
- d'une résine de finition intumescente en phase aqueuse, TM 500F de la société SPPM,
- d'un primaire d'accrochage pour la finition TM 500F sur la bande TECTOFLEX, TM 400 de la société SPPM,
- d'un mortier de calfeutrement et de finition à base de ciment UNIMORTAR N°1, présentant un classement au feu A1 de la société SPPM.

Le système D/NOX peut être mis en œuvre en apparent ou encastré et dans ce cas il reçoit la protection UNIMORTAR 1. Cette pose en encastré permet une meilleure protection de la bande TECTOFLEX contre les chocs (zone de circulation) et une meilleure résistance à la pression hydrostatique, notamment en cas de mise en œuvre du procédé D/NOX – TBS 10. Pour ce type de procédé l'encastrement doit être systématiquement prévu pour une pression hydrostatique supérieure ou égale à 0.08 MPa (schéma n°1)

Le procédé D/NOX – TBS peut recevoir les protections feu suivantes :

- Mise en œuvre en apparent avec une finition intumescente en phase aqueuse TM 500F, permettant d'obtenir le classement B-s1, d0, selon la norme NF EN 13501-1.
- Mise en œuvre en encastré avec le mortier de calfeutrement UNIMORTAR 1.

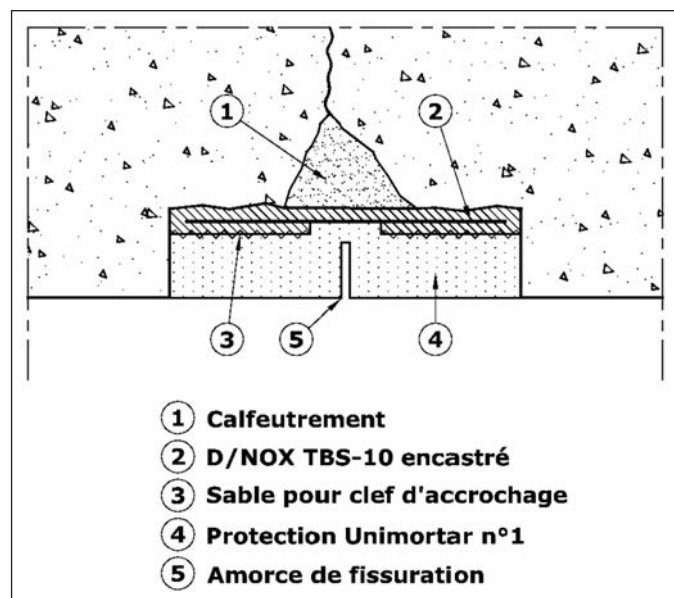


Schéma 1 - Pose D/NOX – TBS 10 en encastré.

## Domaine et limitation d'emploi du système de traitement confortatif et de drainage ponctuel D/NOX - TBS

• **D/NOX – TBS 10 – pontage confortatif** : conformément au chapitre 2 des recommandations de l'AFTES, relatives « aux traitements des arrivées d'eau dans les ouvrages souterrains » – T.O.S 194/195 de mars/juin 2006, ce procédé permet de réaliser un pontage « étanche », après pré-étanchement d'une infiltration (fissure – reprise de béton, joints, etc...) généralement par injection d'un coulis chimique ou par calfeutrement avec un mortier d'arrêt d'eau ou par un calfeutrement avec un mastic élastomérique d'étanchéité (schéma n°2). Dans le cas d'infiltrations diffuses, par exemple au niveau de porosité plus ou moins importante du support, le D/NOX – TBS 10 est posé en plastron.

• **D/NOX – TBS 11 – Drainage ponctuel** : conformément au chapitre 3 des recommandations de l'AFTES, relatives « aux traitements des arrivées d'eau dans les ouvrages souterrains » – T.O.S 194/195 de mars/juin 2006, ce procédé permet de réaliser un drainage ponctuel des eaux d'infiltration. Il est toujours fixé en apparent à l'intrados des ouvrages souterrains, l'élément fuyard pouvant comporter ou non une saignée dans le support, généralement associée à des forages d'appel (schéma n°3). Ce système n'est réservé que pour les joints de dilatation des ouvrages souterrains ferrailés, pour les ouvrages non ferrailés il est utilisé pour toutes les infiltrations inférieure ou égale à la catégorie de débit 4 du classement AFTES (T.O.S n°194/195), localisées au niveau de fissures, reprises de bétonnage, zones de fortes porosités, etc... Dans le cas où une protection thermique du pontage de drainage est requise, une bande en mousse isolante, du type polyéthylène à cellules fermées, peut être interposée entre le support et la bande TECTOFLEX. Le système D/NOX – TBS 11 peut être posé avec une fixation démontable, facilitant la maintenance du drainage ponctuel. Cette fixation au support se fait avec une bride boulonnée au support (schéma n°4).

• **Un retour « technique »** peut être associé au système D/NOX – TBS 10 et 11 (schéma n°2). Il est appliqué de part et d'autre de la bande de pontage TECTOFLEX selon les largeurs suivantes de traitement :

- 50 cm de part et d'autre de la bande TECTOFLEX en l'absence de nappe phréatique,
- 100 cm de part et d'autre de la bande TECTOFLEX en présence d'une nappe phréatique.

Ce retour « technique » peut être réalisé à l'aide d'un des procédés suivants :

- Système Imperméabilisation Liquide à base de résines époxydiques TECTO-PROF TO, bénéficiant d'un Avis Technique CETU en cours de validité,
- Système d'étanchéité liquide armé TECTO-PROF CA, bénéficiant d'un Avis d'Expert AFTES en cours de validité,
- D'un enduit mince d'imperméabilisation KENTREC MR, EM, EP (Avis Technique CETU en cours).

Le Système D/NOX – TBS, est couvert par un Cahier des Charges de Pose, établi par la société SPPM. Il bénéficie de nombreuses références en ouvrages souterrains, puisque de 2004 à 2013, c'est 33 000 ml de bande de pontage qui ont été posées en drainage ponctuel ou en traitement confortatif d'infiltrations pré-étanchées.

La feuille de pontage TECTOFLEX bénéficie du marquage CE suivant la norme NF EN 13967 « Feuilles plastiques et élastomères, empêchant les remontées capillaires du sol », type T pour la fonction cuvelage.



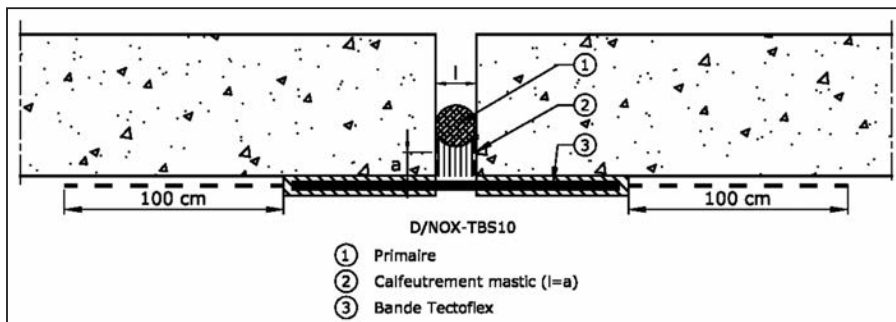


Schéma 2 - D/NOX-TBS 10 avec retour.

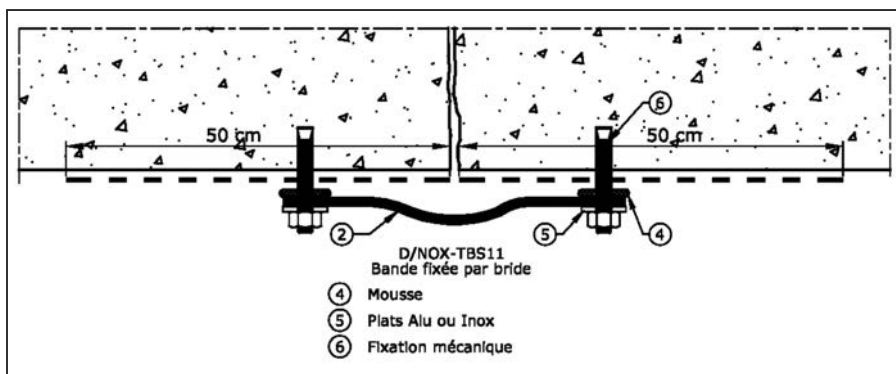


Schéma 3 - D/NOX-TBS 11 avec retour.

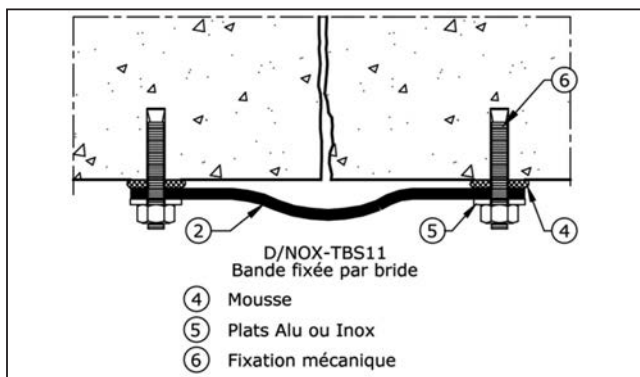


Schéma 4 - D/NOX-TBS 11 avec fixation par bride.

**Mise en œuvre du Système D/NOX - TBS**

**• D/NOX – TBS 10 :**

Le système D/NOX – TBS 10 est collé au support à l'aide d'un des adhésifs époxydiques, cités ci-dessus. Le collage ne peut être réalisé que si les conditions suivantes sont requises :

- Température ambiante Ta :  $+ 5^{\circ}\text{C} \leq \text{Ta} \leq 40^{\circ}\text{C}$
- Humidité relative HR :  $\text{HR} \leq 85\%$
- Température du support TS :  $+5^{\circ}\text{C} \leq \text{Ts} \leq 40^{\circ}\text{C}$
- Température du point de rosée Td :  $\text{Td} + 3^{\circ}\text{C} \leq \text{Ts}$
- Pas d'application en présence d'eau.

Les infiltrations auront été préalablement traitées selon l'une des techniques décrites dans les recommandations de l'AFTES (T.O.S 194/195). Le support devra être sec ou au maximum humide mat.

Après préparation du support, la couche d'adhésif époxydique,

à raison de 750 g/m<sup>2</sup> sur une largeur d'au moins 2 cm, supérieure à celle de la bande TECTOFLEX est mise en œuvre. La bande de pontage est ensuite immédiatement appliquée sur l'adhésif frais et marouflée pour faciliter son collage. 24H00 après et après mise en œuvre d'un ruban adhésif de 2 cm de large au milieu de la bande, application d'une deuxième couche d'adhésif époxydique, à raison de 750 g/m<sup>2</sup> de part et d'autre du ruban adhésif, en débordant d'au moins 1 cm de chaque côté de la bande. Dans le cas d'encastrement de la bande, cette deuxième couche d'adhésif sera saupoudrée à refus de sable VALSILGRITT 10/14, avant mise en œuvre du mortier de calfeutrement UNIMORTAR N°1.

En cas d'application en apparent et si une protection feu est requise, après séchage de la deuxième couche d'adhésif, mise en œuvre du primaire TM 400, à raison de 400 g/m<sup>2</sup>. Après séchage du primaire, application de 2 couches de la finition intumescence TM 500 F, à raison de 500 g/m<sup>2</sup> par couche.

**• D/NOX – TBS 11 :**

Le système D/NOX – TBS 11 peut être collé au support, selon la même procédure que celle-décrite ci-avant, le support devant être impérativement sec ou humide mat.

La pose par fixation mécanique du type bridage ne nécessite pas l'application des conditions d'ambiance et du support décrites ci-avant pour une pose collée. La procédure à suivre est la suivante :

- Percement des feuillards métalliques, selon écartement constant, compris entre 0.20 et 0.30 m,
- Repérage et implantation des lignes de perçement de part et d'autre de l'élément infiltrant à traiter,
- Réalisation des percements puis mise en œuvre des fixations mécaniques,
- Mise en place au travers des fixations d'un joint mousse, puis de la bande TECTOFLEX, celle-ci sera maintenue par les feuillards métalliques une fois boulonné.



Photo 3 - Pose D/NOX – TBS 10 collé et apparent.

© EGIS



Photo 4 - Pose D/NOX – TBS 11- serrage de la bride.

et a été réalisé par la société ETANDEX. Le linéaire de fissures et de joints de dilatation traité est d'environ 1 200 ml. Les fissures infiltrantes ont été traitées avec le procédé D/NOX – TBS 10 (photo n° 6). Les joints de dilatation infiltrants ont été traités avec le procédé D/NOX – TBS 11 (photo n° 7).

Le compte rendu de ce chantier test a été présenté à la commission plénière du 9 octobre 2013. Celle-ci a validé les conclusions de ce compte rendu de chantier test.



Photo 4 - Chantier test, Tunnel du Prado.

### Les caractéristiques physico-mécaniques de la bande TECTOFLEX sont les suivantes :

Ces caractéristiques découlent du tableau figurant dans le mémoire technique fournis par la société SPPM en août 2013. Celles-ci découlent de certains essais spécifiés pour le marquage CE, selon les modalités de la norme NF EN 13967 et d'autres, toujours demandés pour le marquage CE, selon les modalités de la norme NF EN 1504-2 (protection des bétons).

- Etanchéité à l'eau, selon NF EN 1928 : Etanche à l'eau sous 60kPa
- Contrainte à la rupture en traction, selon NF EN 12311-2 : > 12 MPa
- Déformation à la rupture en traction, selon NF EN 12311-2 : > 600 %
- Résistance à la déchirure, selon NF EN ISO 34-B : > 40 N/mm
- Résistance au pelage, selon NF EN 28510 : R = 4.5 kN/m

## 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 SPPM et la réalisation d'un chantier test ont été réalisés.

### 2.1 - Examen du dossier technique transmis par la société SPPM

Cet examen a été réalisé par la commission de l'Avis d'Expert AFTES. Celui-ci a été fait à partir des documents transmis par SPPM à savoir : Mémoire Technique du Système D/NOX – TBS d'août 2013. Ce mémoire technique a été validé par la commission lors de sa réunion plénière du 9 octobre 2013.

### 2.2 - Réalisation du chantier test

Dans le cadre de cette demande d'avis d'expert un chantier test a été organisé avec l'accord de la société SPPM.

Ce chantier test s'est déroulé le 6 juin 2013, en dalle supérieure du prolongement du Tunnel du PRADO à MARSEILLE (photo n°5). Il concernait le traitement de fissures et de joints de dilatation infiltrants en dalle supérieure

© EGIS



Photo 6 - Fissures suintantes traitées par injection et par pontage D/NOX – TBS.

© EGIS



Photo 7 - Joint de dilatation traité par pontage D/NOX – TBS 11.

© EGIS

## 3 - Avis du GT N°9 de l'AFTES

Lors de sa réunion du 18 décembre 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 de traitement confortatif et de drainage ponctuel D/NOX - TBS

Cet Avis d'Experts AFTES couvre les utilisations suivantes :

- **Système D/NOX – TBS 10** : conformément au chapitre 2 des recommandations de l'AFTES, relatives « *aux traitements des arrivées d'eau dans les ouvrages souterrains* » – T.O.S 194/195 de mars/juin 2006, pour la réalisation de bande de pontage confortatif, après pré-étanchement d'un élément fuyant (fissure – reprise de béton, joints, etc...) selon l'une des techniques proposées par ces recommandations de l'AFTES. Dans le cas d'infiltrations diffuses, par exemple au niveau de porosité plus ou moins importante du support, le D/NOX – TBS 10 peut être posé en plastron.

- **Système D/NOX – TBS 11** : conformément au chapitre 3 des recommandations de l'AFTES, relatives « *aux traitements des arrivées d'eau dans les*

*ouvrages souterrains* » – T.O.S 194/195 de mars/juin 2006, pour la réalisation de drainage ponctuel des eaux d'infiltration. Ce système n'est cependant réservé que pour le traitement de joints de dilatation des ouvrages souterrains ferrailés. Pour les ouvrages non ferrailés il peut être mis en œuvre pour toutes les infiltrations inférieure ou égale à la catégorie de débit 4 du classement AFTES (T.O.S n°194/195), localisées au niveau de fissures, reprises de bétonnage, zones de fortes porosités, etc. ...

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 de traitement confortatif et de drainage ponctuel D/NOX - TBS, devront être réalisés conformément au cahier de pose de la Société SPPM. ♦

.....

*NOTA : conditions de validité d'un Avis d'Experts AFTES. Cet avis d'expert est valable pour une durée de 5 ans. A l'issue de cette période un renouvellement de cet avis doit être demandé à l'AFTES. Cet Avis devient caduc à la date de l'adoption du référentiel technique, spécifique à la famille de procédé d'étanchéité concernée, par la commission AVIS TECHNIQUE CETU pour les procédés d'étanchéité mis en œuvre dans les ouvrages souterrains. Informations - CETU.*