



ASSOCIATION FRANÇAISE
DES TRAVAUX ET DE
L'ESPACE SOUTERRAIN

AVIS D'EXPERTS AFTES Procédés d'étanchéité ou de drainage innovants en ouvrages souterrains	Avis n° 19 – 03 R Validité du : 26/08/2019 au 25/08/2024
---	--

SYSTEME D'ETANCHEITE LIQUIDE ARME (SEL-A)

**NOM DU PROCEDE :
TECTOPROOF CA / GC-B**

ENTREPRISE : SPPM

1. Présentation du procédé TECTOPROOF CA / GC-B

Le 5 juin 2018, la Société SPPM – 27/29, rue Raffet – 75016 PARIS, a sollicité auprès du Groupe de Travail n°9 de l'AFTES une demande de renouvellement de l'Avis d'Experts TECTOPROOF CA (TES n°238 juillet/août 2013) avec le changement de dénomination du procédé en TECTOPROOF CA / GC-B (*mêmes produits hormis l'introduction de l'ETAMPRIM SH-C*).

Cette demande porte sur le TECTOPROOF CA / GC-B, système d'étanchéité liquide armé (SEL-A) appliqué en intrados et adhérent à la structure béton des ouvrages souterrains.

1.1. Domaines d'application revendiqués par SPPM

Cette demande concerne l'intrados des parties suivantes d'ouvrages souterrains, en travaux neufs ou en rénovation d'ouvrages anciens :

- En tranchée couverte, avec ou sans pression d'eau : la voûte ou la dalle supérieure, les piédroits ou les voiles verticaux et radier.
- En tunnel creusé, avec ou sans pression d'eau : voûte, piédroits et radier.
- En tunnel foré, avec ou sans pression d'eau : voûte, piédroits et radier. (*)
- En passages souterrains sous plate-forme routière, autoroutière et ferroviaire, avec ou sans pression d'eau : voûte, piédroits et radier.
- En espaces souterrains enterrés (parkings, gares ferroviaires, stations de métro, etc.), avec ou sans pression d'eau : voûte, piédroits et radier.

(*) Note : Le traitement des raccordements tympan ou rameau / voussoirs de tunnel foré est indiqué dans le cahier de Mise en Œuvre (CMO).

Le procédé TECTOPROOF CA / GC-B est destiné à assurer l'étanchéité adhérente au support d'ouvrages souterrains, soumis ou non à des contrepressions hydrostatiques jusqu'à 30 mètres de hauteur d'eau, dues à l'action d'une nappe phréatique, d'une crue, à de l'eau de ruissellement ou d'infiltration.

La température maximale de service est de +50°C pour les systèmes armés en fibres de verre et +40°C pour les systèmes armés en fibres de carbone.

Le revêtement d'étanchéité TECTOPROOF CA / GC-B s'applique sur support :

- en béton armé ou en béton non armé mais comprimé,
- humide mais non ruisselant (de niveau 1 maximal suivant le classement des débits de venue d'eau des recommandations de l'AFTES -TES n°247) et permet d'obtenir après traitement un niveau 0 (support sec).

1.2. Description du procédé TECTOPROOF CA / GC-B

Le procédé TECTOPROOF CA/GC-B est un procédé adhérent intrados étanche à l'eau et à la vapeur d'eau. Il appartient à la famille des systèmes d'étanchéité liquide armée (SEL-A).

Ce revêtement composite est constitué :

- D'un primaire d'adhérence au support ETANPRIM SH
- D'un à trois plis composites étanches constitués chacun :
 - D'une matrice époxy ETANPRIM SH, ETANPRIM SH-V ou ETANPRIM SH-C. Cette matrice est réalisée en 2 couches : 1^{ère} couche en imprégnation avant la pose de l'armature de renfort et une 2^{ème} couche en saturation après la pose de l'armature de renfort.
 - D'une armature de renfort VP45, VP70 ou TC40

Les produits ETANPRIM SH, ETANPRIM SH-V et ETANPRIM SH-C (*seule nouveauté par rapport à l'AE initiale*) sont des résines époxy bi-composantes sans solvant.

Le choix entre les résines de stratification est effectué selon :

- en application horizontale sur radier : ETANPRIM SH
- en application verticale sur piédroit et voile : ETANPRIM SH-V
- en application en voûte et sous-face et de dalle supérieure : ETANPRIM SH-V
- Avec un renfort en fibres de carbone TC 40, en application horizontale sur radier et en verticale : ETANPRIM SH-C

Note : La résine ETANPRIM SH-V peut également être utilisée en application horizontale.

L'armature de renfort est un non-tissé constitué de deux nappes croisées à -45° et $+45^\circ$ cousues. Les nappes sont composées à 100% de fibres à filaments continus, en verre pour le VP45 et le VP70, et en carbone pour le TC40.

Le nombre de plis est limité à 3. Il est déterminé par la justification de la structure résistante pour les 3 niveaux d'eau EB, EH et EE.

La nomenclature du revêtement d'étanchéité est : TECTOPROOF CAX N – n avec

X	X = V si l'armature de renfort est en fibres de verre X = C si l'armature est en fibres de carbone
N	N = 45 si l'armature de renfort est le VP 45 N = 70 si l'armature de renfort est le VP 70 N = 40 si l'armature de renfort est le TC 40
n	n = 1 si un pli composite d'étanchéité n = 2 si deux plis composites d'étanchéité n = 3 si trois plis composites d'étanchéité

Par exemple, le TECTOPROOF CAV 45-1 est composé d'1 pli composite avec l'armature de renfort en verre VP45.

Les différents systèmes intégrant le procédé d'étanchéité TECTOPROOF CA/GC-B sont :

		Radier	Piédroit, voile, voûte et sous-face de dalle supérieure
TECTOPROOF CAV45	Primaire d'adhérence	ETANPRIM SH à 400 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>	ETANPRIM SH à 400 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>
	Matrice composite (1 à 3 plis)	ETANPRIM SH à 800 g/m ² VP 45 ETANPRIM SH à 600 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>	ETANPRIM SH-V à 800 g/m ² VP 45 ETANPRIM SH-V à 600 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>

		Radier	Piédroit, voile, voûte et sous-face de dalle supérieure
TECTOPROOF CAV70	Primaire d'adhérence	ETANPRIM SH à 400 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>	ETANPRIM SH à 400 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>
	Matrice composite (1 à 3 plis)	ETANPRIM SH à 1000 g/m ² VP 70 ETANPRIM SH à 800 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>	ETANPRIM SH-V à 1000 g/m ² VP 45 ETANPRIM SH-V à 800 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>

		Radier	Piédroit, voile, voûte et sous-face de dalle supérieure
TECTOPROOF CAC40	Primaire d'adhérence	ETANPRIM SH à 400 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>	ETANPRIM SH à 400 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>
	Matrice composite (1 à 3 couches)	ETANPRIM SH (ou SH-C) à 800 g/m ² TC 40 ETANPRIM SH (ou SH-C) à 600 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>	ETANPRIM SH-V (ou SH-C) à 800 g/m ² TC 40 ETANPRIM SH-V (ou SH-C) à 600 g/m ² <i>saupoudré de silice</i>

En travaux de rénovation d'ouvrage ancien, le choix du système résulte d'une note de calcul prenant en compte la structure, la résistance du revêtement et les niveaux d'eau. Cette note est réalisée par SPPM qui la transmet à la MOE ou au bureau d'études concernés.

En travaux neufs sur un ouvrage conforme à l'Eurocode 2, le système adapté est le TECTOPROOF CAV45-1.

Le tableau ci-dessous donne l'épaisseur théorique et les plages de variation de chacun des systèmes.

	Epaisseur		
	n = 1	n = 2	n = 3
TECTOPROOF CAV45	1,4 mm [1,2 - 2,0]	2,8 mm [2,5 - 3,9]	4,2 mm [3,8 - 5,9]
TECTOPROOF CAV70	1,9 mm [1,7 - 2,7]	3,8 mm [3,4 - 5,3]	5,7 mm [5,1 - 8,0]
TECTOPROOF CAC40	1,5 mm [1,3 - 2,1]	3,0 mm [2,7 - 4,2]	4,5 mm [4,0 - 6,3]

1.3. Fonctions du procédé TECTOPROOF CA / GC-B

Les systèmes d'étanchéité du procédé TECTOPROOF CA / GC-B assurent les fonctions :

- Etanche à l'eau
- Etanche à la vapeur d'eau
- Résistance à la fissuration admissible du support béton, fissuration conforme aux Eurocodes
- Résistance à la contre-pression hydrostatique

Le procédé n'a pas la fonction de renforcement du support béton.

Si exigé par rapport à la réglementation au feu, le système d'étanchéité et la protection retenus (couche de protection de type résine ignifugée ou protection par enduit ou protection carrelage) peuvent faire l'objet d'un essai de réaction au feu pour obtenir le classement B-s1,d0, conformément à la norme NF EN 13501-1 + A1.

1.4. Caractéristiques techniques

➤ Des différentes couches constitutives :

ETANPRIM SH

Nature chimique : résine époxy bi-composant sans solvant.

Primaire d'adhérence pour tous les systèmes et liant de stratification de la matrice composite pour une application en radier

Conditionnement : kit prédosé (résine + durcisseur) de 4, 24 ou 960 kg

Caractéristique de la résine, du durcisseur et du mélange :

Désignation	Norme ou méthode	Résine	Durcisseur
Consistance	Interne	Liquide	Liquide
Couleur	Interne	Blanche	Incolore
Masse volumique	NF EN ISO 2811-1	1,14 g/cm ³ (± 2%)	1,01 g/cm ³ (± 2%)
Rapport d'emploi Massique Volumique		100 1,5	58 1

Désignation	Norme ou méthode	Mélange	
Extrait sec	NF EN ISO 3251	99% (± 2%)	
Masse volumique	NF EN ISO 2811-1	1,10 g/cm ³ (± 2%)	
Viscosité à 23 °C	NF EN ISO 3219	1950 mPa.s (± 20%)	
Durée Pratique d'Utilisation (DPU)	NF EN ISO 9514	à +10 °C	2 h 45
		à +15 °C	2 h 00
		à +23 °C	1 h 00
Temps Hors Poisse	Interne	à +10 °C	24 h
		à +15 °C	16 h
		à +23 °C	9 h
Dureté shore D à 7 jours (23°C)	NF EN ISO 868	75 (± 10%)	

ETANPRIM SH-V

Nature chimique : résine époxy bi-composant sans solvant.

Déclinaison thixotropée de la résine ETANPRIM SH

Liant de stratification de la matrice composite pour une application en verticale et sous-face sans coulure, sur une couche de primaire ETANPRIM SH

Conditionnement : kit 9, 24 ou 570 kg.

Caractéristique de la résine, du durcisseur et du mélange :

Désignation	Norme ou méthode	Résine	Durcisseur
Consistance	Interne	Liquide	Liquide
Couleur	Interne	Blanche	Incolore
Masse volumique	NF EN ISO 2811-1	1,13 g/cm ³ (± 2%)	1,01 g/cm ³ (± 2%)
Rapport d'emploi Massique Volumique		100 1,6	54 1

Désignation	Norme	Mélange	
Extrait sec	NF EN ISO 3251	99% (± 2%)	
Masse volumique	NF EN ISO 2811-1	1,10 g/cm ³ (± 2%)	
Viscosité à 23 °C	NF EN ISO 3219	30 000 mPa.s (± 20%)	
Durée Pratique d'Utilisation (DPU)	NF EN ISO 9514	à +10 °C	1 h 45
		à +15 °C	1 h 15
		à +23 °C	1 h 00
Temps Hors Poisse	Interne	à +10 °C	20 h
		à +15 °C	12 h
		à +23 °C	9 h
Dureté shore D à 7 jours (23°C)	NF EN ISO 868	75 (± 10%)	

ETANPRIM SH-C

Nature chimique : résine époxy bi-composant sans solvant.

Déclinaison fluidifiée de la résine ETANPRIM SH

Liant de stratification de la matrice composite avec l'armature de renfort TC 40 pour une application horizontale et verticale, sur une couche de primaire ETANPRIM SH

Conditionnement : kit 24 kg.

Caractéristique de la résine, du durcisseur et du mélange :

Désignation	Norme	Résine	Durcisseur
Consistance	Interne	Liquide	Liquide
Couleur	Interne	Blanche	Incolore
Masse volumique	NF EN ISO 2811-1	1,14 g/cm ³ (± 2%)	1,01 g/cm ³ (± 2%)
Rapport d'emploi Massique		100	60

Désignation	Norme ou méthode	Mélange	
Extrait sec	NF EN ISO 3251	99% (± 2%)	
Masse volumique	NF EN ISO 2811-1	1,14 g/cm ³ (± 2%)	
Viscosité à 23 °C	NF EN ISO 3219	1 400 mPa.s (± 20%)	
Durée Pratique d'Utilisation (DPU)	NF EN ISO 9514	à +10 °C	3 h 10
		à +15 °C	1 h 50
		à +23 °C	45 min
Temps Hors Poisse	Interne	à +10 °C	26 h
		à +15 °C	17 h
		à +23 °C	8 h
Dureté shore D à 7 jours (23°C)	NF EN ISO 868	65 (± 10%)	

VP 45 / VP 70

Nature chimique, type : Armature de renfort bidiagonale ± 45° constituée de fils en verre ADVANTEX®

Conditionnement : rouleau de largeur 1,27 m

Caractéristique des fils de renfort :

Résistance à la traction	$\sigma = 3160 - 3187 \text{ MPa}$
Module d'élasticité en traction	$E = 66,8 - 74,5 \text{ GPa}$
Allongement à la rupture	4,6 %
Coefficient de poisson	0,20 - 0,24
Coefficient de dilatation thermique	$5,8 \times 10^{-6} \text{ mm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

TC 40

Nature chimique, type : Armature de renfort bidiagonale ± 45° constituée de fils en carbone

Conditionnement : rouleau de largeur 1,27 m

Caractéristique des fils de renfort :

Résistance à la traction	$\sigma = 4000 \text{ MPa}$
Module d'élasticité en traction	$E = 240 \text{ GPa}$
Allongement à la rupture	1,7 %

➤ **Des systèmes constitutifs du procédé d'étanchéité : TECTOPROOF CA / GC-B**

Caractéristiques	Norme d'essai	TECTOPROOF CAV45-1	TECTOPROOF CAV70-1	TECTOPROOF CAC40-1
Adhérence sur support béton sec	EN 13969 :2004 + A1 :2006	≥ 2 MPa		
Adhérence sur support béton humide	NF EN 13578	≥ 2 MPa		
Résistance à la contre- pression	NF P18-855	≥ 2 MPa		
Contrainte à la rupture en traction	NF EN ISO 527-4	≥ 70 MPa	≥ 70 MPa	≥ 150 MPa
Déformation à la rupture en traction	NF EN ISO 527-4	1 % ≤ ε ≤ 3%		
Module d'élasticité en traction	NF EN ISO 527-1	≥ 5 GPa	≥ 7 GPa	≥ 13 GPa
Coefficient de transmission de la vapeur d'eau	NF EN ISO 7783	≤ 8 mg/m ² /h/mm(Hg) Equivalence en Sd (suivant l'annexe A de la norme d'essai) ≥ 12 m		
Application en surface verticale	ETAG 033 Annexe E	< 10%		
Réaction au feu	NF EN 13501-1	- Bs1d0 avec couche de protection décrite dans le PV d'essai - E sans la couche de protection		

1.5. Contrôles qualité

Marquage CE

En l'absence de norme européenne harmonisée couvrant les SEL-A, le TECTOPROOF CA / GC-B ne dispose pas du marquage CE.

Certification

Les résines sont fabriquées dans des usines certifiées ISO 9001 et 14001.

La fabrication des constituants résine, armature de renfort et sable est réalisée sous Plan d'Assurance Qualité SPPM ; et ils subissent les contrôles internes suivants :

- Sur résine :
 - De réception des matières premières en AQP avec production de bulletins d'analyse avant livraison.
 - Sur les produits finis : viscosité, durée de vie en pot.
- Sur sable : par coupure.
- Sur armature de renfort : grammage et certificat qualité pour les fils.

1.6. Procédure de mise en œuvre

Le Cahier de Mise en Œuvre (CMO) TECTOPROOF CA / GC-B, version 3 d'Août 2019 décrit **en détails** la procédure de réception de support, de mise en œuvre et les contrôles d'exécution associés. Les principaux points sont repris ci-après :

Constat contradictoire de l'état du support :

Un constat contradictoire de l'état du support doit avoir lieu avant le démarrage des travaux de cuvelage, entre l'entreprise applicatrice et l'entreprise de gros œuvre en neuf, ou entre l'entreprise applicatrice et le Maître d'Ouvrage en réhabilitation.

Les fiches de contrôle 1 à 3 du CMO en précisent les détails et permettent d'en assurer la traçabilité. Il portera au minimum sur :

- L'état de surface du béton (ségrégation, aciers apparents, corps étrangers, planéité, texture, etc.) suivant les exigences du CMO.
- La cohésion superficielle du béton doit être supérieure à 1 MPa jusqu'à 8 m de pression d'eau et supérieure à 1,5 MPa au-delà de 8 m de pression d'eau.
- La résistance à la compression du béton doit être supérieure à 12 MPa jusqu'à 8 m de pression d'eau et supérieure à 16 MPa au-delà de 8 m de pression d'eau. Cette justification est apportée, par l'entreprise de gros œuvre en neuf ou par le Maître d'Ouvrage en rénovation.
- La teneur massique en eau du support doit être inférieure à 4,5%.
- Le relevé des points singuliers (reprises de bétonnage, fissures et joints inertes, fissures et joints actifs, joints de fonctionnement etc.)

Travaux préparatoires :

La mise en œuvre du TECTOPROOF CA / GC-B exige un support béton non ruisselant. Il peut être saturé mais mat en surface. Pour cela, la mise hors d'eau de l'ouvrage est assurée préalablement à l'application du revêtement d'étanchéité. Les fissures infiltrantes (supérieures au niveau 1 du classement AFTES) sont obligatoirement pré-étanchées.

Les surfaces sont soigneusement préparées mécaniquement (ponçage, sablage...) de manière à ouvrir un maximum de pores permettant une adhérence optimale des revêtements. Elles sont débarrassées de la poussière, de la laitance non adhérente, des traces de chaux, de peinture, de résidus de produit de cure et de toute autre salissure qui modifient les propriétés de mouillage.

Les défauts de parement (planéité, bullage, etc.) du béton sont corrigés, si nécessaire, préalablement à la mise en œuvre de la couche d'étanchéité.

Les points singuliers (reprises de bétonnage, joints de construction, joints secs, fissures, réseaux, etc.) sont traités.

Vérification des conditions d'application :

La mise en œuvre du procédé ne peut être réalisée que si les conditions suivantes sont maintenues durant sa pose et sa polymérisation :

- Température ambiante T_a : $+ 10^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq 40^{\circ}\text{C}$
- Température du support T_s : $+ 5^{\circ}\text{C} \leq T_s < 40^{\circ}\text{C}$
- Humidité relative h.r. : h.r. $\leq 85\%$
- Température du point de rosée T_d : $T_d + 3^{\circ}\text{C} \leq T_s$

- Support ne présentant ni eau (contrôle au papier absorbant), ni givre en surface

Mise en œuvre du procédé d'étanchéité

La mise en œuvre du revêtement d'étanchéité comprend :

- Application au rouleau de la couche de primaire ETANPRIM SH, à raison de 400 g/m² suivi d'un léger saupoudrage de silice 0,4/0,9.
- Au plus tôt 12 heures après la primairisation, application de la couche d'imprégnation ETANPRIM SH, ETANPRIM SH-V ou ETANPRIM SH-C. La nature et la consommation de la résine, dépendent de la zone d'application et du type d'armature de renfort, et sont données dans le tableau ci-avant.
- Mis en place de l'armature de renfort, puis marouflage au rouleau à maroufler. La continuité de l'armature de renfort sera assurée par recouvrement des laizes sur 5 cm. Celles-ci comportent en lisière un fil coloré pour matérialiser les 5 cm.
- Après au moins 4 heures d'auto-imprégnation et au plus 4 jours, application de la couche de saturation. La nature et la consommation de la résine, dépendent de la zone d'application et du type d'armature de renfort, et sont données dans le tableau ci-avant.



Photo 1 : application de l'imprégnation ETANPRIM SH-V

Photo 2 : affichage et marouflage de l'armature de renfort VP45

Mise en œuvre d'une protection éventuelle

Pour la fonction étanchéité intrados, le TECTOPROOF CA/GC-B peut rester apparent. Il peut néanmoins recevoir une couche de protection ou de finition. Cette protection peut avoir un caractère obligatoire dans certains cas.

- En piédroit et en voûte : une protection par peinture, résine, enduit hydraulique ou carrelage peut être appliquée. Dans ce cas, la dernière couche ETANPRIM SH-V est saupoudrée à refus de sable de silice ou de silicate de calcium calibrée. La granulométrie conseillée est définie en fonction de la protection et de l'épaisseur de l'enduit dans le tableau ci-après. Si exigé par rapport à la réglementation au feu, le système d'étanchéité et la protection retenus (couche de protection de type résine ignifugée ou protection par enduit ou protection carrelage) peuvent faire l'objet d'un essai de réaction au feu pour obtenir le classement B-s1,d0, conformément à la norme NF EN 13501-1 + A1.
- En radier d'ouvrages souterrains de transport : le TECTOPROOF CA/GC-B doit être protégé par une protection béton désolidarisée (dalle ou chape) mise en œuvre soit sur un géotextile de 700 g/m², soit sur un géocomposite de drainage composé par exemple d'une nappe à excroissances.

- En radier de passages souterrains circulés par les piétons/cyclistes, d'espace souterrains type ERP, ou de parkings, le TECTOPROOF CA/GC-B doit recevoir un revêtement de sol résine, un carrelage ou une dalle ou chape adhérente. Dans ce cas, la dernière couche ETANPRIM SH-V est saupoudrée à refus de sable de silice ou de silicate de calcium calibrée. La granulométrie est définie en fonction de la protection et de l'épaisseur de l'enduit dans le tableau ci-après.

Nature du granulat de saupoudrage conseillé en fonction du revêtement rapporté :

Revêtement associé	Granulats utilisés pour le saupoudrage			
	Silice		Silicate de calcium	
	0,1/0,6	0,4/0,9	0,2/1,5	0,5/2,5
Colle époxydique		X		
Mortier colle			X	X
Enduit de sol			X	X
Enduit époxy		X		
Dalle ou chape adhérente				X
Revêtement de sol coulé en résine		X		
Peinture	X			

2. Examen du dossier technique 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 fourni par SPPM et la réalisation de chantiers tests ont été réalisés :

2.1. Examen du dossier technique

Cet examen a été réalisé à partir des documents transmis par SPPM, à savoir : Cahier des charges de mise en œuvre du TECTOPROOF CA / GC-B d'août 2019 et les rapports d'essais réalisés dans les laboratoires de SPPM et du CSTB suivants :

Essai	Méthodes d'essai	N° PV (réf. interne)	Date du rapport d'essai
Epaisseur du revêtement en application horizontale	NF EN ISO 2808	PV 1.1	16/10/2015
Application verticale	Annexe E de l'ETAG 033	PV 1.2	29/03/2016
Tenue à la contre pression hydrostatique sur support béton poreux	NF P 18-855	PV 2.1.1	20/11/2015
		PV 2.1.2	23/03/2016
Tenue à la contre pression hydrostatique sur béton DTU 13.3 avec pastille de désolidarisation (1, 2, 3, 4 et 5 cm)		PV 2.2.1	09/12/2015
		PV 2.2.2	16/03/2016
Tenue à la contre pression hydrostatique sur béton DTU 13.3 fissuré (largeur fissure 2 mm)		PV 2.3.1	16/11/2015
		PV 2.3.2	17/03/2016
Essai de traction/pression	Méthode interne Charge appliquée = 2/3 charge à la rupture	PV 3.1	01/04/2016
		PV 3.2	27/05/2016
Essai de fissuration instantanée par traction	Méthode interne V = 0,5 mm/min	PV 4.1.1	09/07/2015
		PV 4.1.2	08/02/2016
Essai de fissuration par flexion 4 points	NF EN 1062-7 adaptée (épaisseur et composition béton)	PV 4.2.1	27/10/2015
		PV 4.2.2	18/01/2016
		PV 4.2.3	25/04/2016
Essai de fatigue cyclique avant et après vieillissement	Méthode interne V = 0,5 mm/min 100 cycles entre 500 N et 2/3 de la charge de rupture de l'essai 4.1.1	PV 5	31/03/2016
Essai de flexion 3 points	NF EN ISO 178	PV 6	11/12/2015
Résistance au pelage à 90°	NF EN 28510-1 modifiée	PV 7	03/12/2015
Adhérence sur support béton et acier	NF EN 13892-8	PV 8	07/12/2015
Essai de traction/pression avec bande de pontage	Méthode interne Charge appliquée = 2/3 charge à la rupture	PV 9.1	18/04/2016
Essai de flexion 4 points	NF EN 1062-7 adaptée (épaisseur et composition béton)	PV 9.2	12/04/2016
Essai de tenue au feu	NF EN 13501	PV 10	19/03/2015
Propriétés mécaniques en traction : Contrainte et allongement à la rupture	NF EN ISO 527-4	PV 12 13 14	19/02/2016
Propriétés mécaniques en traction : Module d'élasticité			
Propriétés mécaniques en traction : Coefficient de poisson			
Coefficient de dilatation thermique de la matrice	NF EN ISO 11359-2	PV 15 et 18 .1	30/11/2015
		PV 15 et 18 .2	
		PV 15 et 18 .3	
Adhérence sur support béton humide à 10°C	NF EN 13578	PV 16	30/03/2016
Essai de cloquage osmotique	Méthode CSTB	PV 17 18	14/02/2016
Mesure de la perméabilité à la vapeur d'eau	NF EN ISO 7783	PV 17 18	14/02/2016
Détermination de l'étanchéité à l'eau	NF EN 1928	PV 19	21/10/2015
Traitement des points singuliers en acier	Méthode interne	PV 21	13/11/2015

Résistance aux chocs thermiques à 110°C	NF EN 13687-5 modifiée température de l'essai 110°C + adhérence suivant NF EN 13892-8	PV 22	28/09/2015
Réparation	NF EN 13892-8	PV 23	07/01/2016
Dureté shore	NF EN ISO 868	PV 31	09/12/2015
Propriétés mécaniques en traction après stockage à -10°C pendant 96h	NF EN ISO 527-4	PV 32	09/07/2015
Absorption d'eau	NF EN 14223	PV 33.1	16/11/2015
		PV 33.2	02/05/2016
Détermination de la force d'adhérence	NF EN 13892-8	PV 34	20/11/2019
Pression capillaire	NF P18-855 modifié	PV 35	18/12/2015
Ruine dynamique en contre-pression hydrostatique	NF P18-855 modifié	PV 36	19/01/2016
Étanchéité à l'eau des fixations par chevilles chimiques	NP P18-855 modifié	PV 38.1	08/01/2016
		PV 38.2	01/04/2016
Compatibilité des revêtements de protection	NF EN 13892-8	PV 39.1	16/02/2016
	NF EN ISO 13653	PV 39.2	22/04/2016
Propriétés mécaniques de l'interface béton composite	Essai AFGC	PV 41	10/05/2016
Tenue aux cycles gel-dégel	NF EN 13596 et NF EN 13687-3	PV 42	26/11/2015
Résistance à la traction des recouvrements système système	Méthode interne	PV 43	11/02/2016
Résistance aux fortes attaques chimiques	NF EN 13529	PV 44	20/06/2016

2.1. Références chantier

Depuis l'Avis d'Experts initial (juin 2013), environ **10 000 m²** ont été appliqués (surtout pour la RATP).

3. AVIS DU GT N°9 DE L'AFTES :

Lors de sa réunion plénière en date du 2 juillet 2019, 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 / GCB.

Cet Avis d'Experts AFTES couvre les utilisations intradossées suivantes, sans ou avec pression jusqu'à 30 m de hauteur d'eau :

- En tranchée couverte : la voûte ou la dalle supérieure, les piédroits ou les voiles verticaux et le radier
- En tunnel creusé : voûte, piédroits et radier
- En tunnel foré : voûte, piédroits et radier
- En passages souterrains sous plate-forme routière, autoroutière et ferroviaire : voûte, piédroits et radier
- En espaces souterrains enterrés (parkings, gares ferroviaires, stations de métro, etc.) : voûte, piédroits et radier.

Dans les ouvrages concernés, afin de justifier d'une classe de réaction au feu B-s1,d0 du procédé, une protection rapportée est nécessaire.

La mise en œuvre du Système d'Etanchéité Liquide armé TECTOPROOF CA / GC-B doit suivre scrupuleusement le Cahier de Mise en Œuvre version d'août 2019 de la Société SPPM.

Retour d'expérience :

Si, au cours de l'exploitation de l'ouvrage, l'efficacité du procédé n'est pas jugée satisfaisante, le Maître d'Ouvrage est invité à le signaler au secrétariat de la commission.

NOTA : conditions de validité d'un Avis d'Experts AFTES. Cet avis d'experts 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. Après l'adoption d'un 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, il ne sera plus possible de renouveler cet avis d'experts. Informations - CETU : téléphone : 04.72.14.34.00.