



AVIS TECHNIQUE CETU

ETANCHEMENT DES OUVRAGES SOUTERRAINS

AT n° 23-10 R (*)

Validité du : 12 / 06 / 2024

au : 11 / 06 / 2029

NOM DU PROCEDE : TECTOPROOF SIL / GC

-

ENTREPRISE : SPPM

Le procédé **TECTOPROOF SIL / GC** appartient à la famille **des Systèmes d'Imperméabilisation Liquide (SIL)**. Il est à base de résine époxy bi-composant sans solvant.

Le procédé est adhérent au support et mis en œuvre à l'intrados des ouvrages souterrains.

Le procédé TECTOPROOF SIL / GC est composé des systèmes :

- TECTOPROOF SIL T2000
- TECTOPROOF SIL T1500

Les produits constitutifs du procédé **TECTOPROOF SIL / GC** sont appliqués manuellement ou projeté à chaud à l'aide d'une machine spécifique. La dernière couche peut être saupoudrée de silice pour créer une clef d'accrochage à des revêtements rapportés en adhérence.

L'épaisseur moyenne est de 2 mm au sol (en radier et en retour sur plancher intermédiaire) et de 1,5 mm en mur, piédroit, voûte et plafond.

Pour la mise en œuvre de ce procédé, se référer au cahier de mise en œuvre du fabricant (CMO de juin 2024).

() Le présent document annule et remplace le précédent AT CETU n°19-01R à compter du 06/03/24.*

| <i>Historique :</i> | |
|---|---|
| <i>AT CETU n°13-02 (demande initiale)</i> | <i>Validité du 01/12/2013 au 30/11/2018</i> |
| <i>AT CETU n°19-01R (renouvellement)</i> | <i>Validité du 13/06/2019 au 07/01/2024</i> |

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|----|
| CHAPITRE 1 - IDENTIFICATION DU PROCEDE | 4 |
| 1.1 Renseignements commerciaux..... | 4 |
| 1.2 Définition, constitution et composition du procédé | 4 |
| 1.2.1 Composition du procédé..... | 4 |
| 1.2.2 Produits d'imperméabilisation concernés (évalués dans le présent AT CETU) | 5 |
| 1.2.3 Produits de traitement des fissures, liaisons et joints (non évalués dans l'AT CETU) | 5 |
| 1.2.4 Produits utilisés en présence de débit d'eau (non évalués dans l'AT CETU) | 7 |
| 1.2.5 Produits de protection du procédé intradossé (non évalués dans l'AT CETU) | 9 |
| 1.3 Domaines d'emploi – Limites et précautions d'emplois | 9 |
| 1.3.1 Domaine d'emploi..... | 9 |
| 1.3.2 Supports acceptés..... | 10 |
| 1.4 Dispositions prises par l'entreprise pour assurer la qualité de fabrication..... | 11 |
| 1.5 Conditions particulières de transport, de stockage et de mise en œuvre du TECTOPROOF SIL / GC | 11 |
| 1.5.1 Transport et stockage | 11 |
| 1.5.2 Conditions d'ambiance | 11 |
| 1.5.3 Principe de mise en œuvre..... | 11 |
| 1.6 Prise en compte des exigences essentielles..... | 13 |
| 1.7 Références | 14 |
| CHAPITRE 2 - ESSAIS DE CARACTERISATION..... | 15 |
| 2.1 Eléments de caractérisation du procédé | 15 |
| 2.2 Essais pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage | 16 |
| CHAPITRE 3 - AVIS DE LA COMMISSION | 19 |
| 3.1 Exigences générales du procédé..... | 19 |
| 3.1.1 Perméabilité à la vapeur | 19 |
| 3.1.2 Adhérence au support | 19 |
| 3.1.3 Résistance à la contre-pression..... | 19 |
| 3.1.4 Absorption d'eau..... | 19 |
| 3.1.5 Appréciation de l'adaptation à l'état du support..... | 19 |
| 3.1.6 Caractéristiques en traction | 20 |
| 3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre..... | 20 |
| 3.3 Exigences liées à la durabilité..... | 20 |
| 3.4 Sécurité - Hygiène | 20 |
| 3.5 Conclusions | 20 |
| 3.5.1 Appréciation sur le domaine d'emploi | 21 |

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| 3.5.2 | Contrôle de la conformité..... | 21 |
| 3.5.3 | Retour d'expérience..... | 21 |
| 3.5.4 | Mise en œuvre..... | 21 |
| 3.5.5 | Aptitude à la réparation..... | 22 |

CHAPITRE 1 - IDENTIFICATION DU PROCÉDE

1.1 Renseignements commerciaux

Le procédé **TECTOPROOF SIL / GC** est commercialisé par la société SPPM :

| |
|---|
| <p style="text-align: center;">SPPM 27 rue Raffet 75016 PARIS</p> <p style="text-align: center;">Téléphone : 01 40 09 70 15 www.sppm.fr</p> |
|---|

Les produits entrant dans la composition du procédé **TECTOPROOF SIL / GC** sont fabriqués en France par une usine certifiée ISO 9001 et sous plan d'assurance qualité avec SPPM.

1.2 Définition, constitution et composition du procédé

1.2.1 Composition du procédé

Le procédé **TECTOPROOF SIL / GC** fait partie de la famille des **Systèmes d'Imperméabilisation Liquide (SIL)** telle que définie dans le fascicule 67, titre III du CCTG. L'imperméabilisation est assurée par un film mince, à base de résine époxydique, appliqué en place et adhérent au support béton.

Le procédé d'imperméabilisation **TECTOPROOF SIL / GC** est composé des systèmes suivants :

- TECTOPROOF SIL T2000 d'épaisseur moyenne 2 mm (minimum 1,5 mm) pour le traitement en radier et en retour sur plancher intermédiaire ;
- TECTOPROOF SIL T1500 d'épaisseur moyenne 1,5 mm (minimum 1,0 mm) pour le traitement des murs, pénétrations, voûtes et sous-face de dalle de couverture.

TABLEAU 1 - Composition des systèmes du procédé TECTOPROOF SIL / GC

| SYSTEME | Couche | Produit | Consommation |
|-----------------------------|-----------------------------|---|---|
| TECTOPROOF SIL T2000 | Primaire d'accrochage | ETANPRIM SH | 400 g/m ² Suivi d'un saupoudrage clairsemé de silice 0,1/0,6 ou 0,4/0,9 |
| | Couche d'imperméabilisation | Mélange ETANPRIM SH + silice 0,4/0,9 dans un rapport pondéral 1/1 | 3,2 kg/m ² |
| TECTOPROOF SIL T1500 | Primaire d'accrochage | ETANPRIM SH | 400 g/m ² Suivi d'un saupoudrage clairsemé de silice 0,1/0,6 ou 0,4/0,9 |
| | Couche d'imperméabilisation | ETANPRIM SH-V | 1,6 kg/m ² Réalisé en une ou deux couches |

- TECTOFLEX pour le traitement des fissures actives, des liaisons monolithiques à traitement particulier (LMTP), des joints réputés inertes de type LMTP, des liaisons par joint de construction sec, des joints réputés actifs et des joints de fonctionnement (selon la classification de la NF DTU 14.1 P1-1) ;
- BANDE VP45 pour le traitement des fissures actives, des liaisons monolithiques à traitement particulier (LMTP) et des joints réputés inertes de type LMTP (selon la classification de la NF DTU 14.1 P1-1).

1.2.2 Produits d'imperméabilisation concernés (évalués dans le présent AT CETU)

1.2.2.1 ETANPRIM SH

Nature chimique : résine époxy bi-composant sans solvant

Fonction : résine employée pour les couches de primaire d'adhérence (sur tout type de support) et d'imperméabilisation. Elle permet aussi la réalisation de couche de tiré à zéro et de mortier de résine.

Conditionnement : kit prédosé de 4 kg ou 24 kg en bidons, ou kit prédosé de 1005 kg en fûts.

Composant A : résine de couleur blanche.

Composant B : durcisseur incolore.

Le rapport d'emploi volumique résine/durcisseur est de 1,5 / 1.

Le rapport d'emploi massique résine/durcisseur est de 100 / 58.

La masse volumique du film réticulé est de 1,1 g/cm³.

1.2.2.2 ETANPRIM SH-V

Nature chimique : résine époxy bi-composant sans solvant. Version thixotropée de l'ETANPRIM SH.

Fonction : résine employée pour la couche d'imperméabilisation en voûte / plafond et piédroit / voile sur une couche de primaire ETANPRIM SH.

Conditionnement : kit prédosé de 9 kg ou 24 kg en bidons, ou kit prédosé de 570 kg en fûts.

Composant A : résine de couleur blanche.

Composant B : durcisseur incolore.

Le rapport d'emploi volumique résine/durcisseur est de 1,6 / 1.

Le rapport d'emploi massique résine/durcisseur est de 100 / 54.

La masse volumique du film réticulé est de 1,1 g/cm³.

1.2.3 Produits de traitement des fissures, liaisons et joints (non évalués dans l'AT CETU)

La classification des liaisons et joints retenue est celle du § 5.2.2 de la NF DTU 14.1 P1-1.

Les méthodologies de traitement des fissures, liaisons et joints sont détaillées dans le Cahier de Mise en Œuvre **TECTOPROOF SIL / GC** version Janvier 2024.

- Les fissures inertes sont traités avec les produits :

- KENTREC MR et mortier de réparation de classe R3 ou R4 si la hauteur d'eau est inférieure ou égale à 8 m ;

- KENTREC MR et mortier de réparation de classe R4 si la hauteur d'eau est supérieure à 8 m ;
- Pâtes époxy ETANCOL 492, ETANCOL 303 ou STRATILAC EL v2 sans condition sur la hauteur d'eau.

Les fissures actives sont traitées avec les systèmes :

- TECTOFLEX composé des produits : Bande TECTOFLEX (1 mm ou 2 mm) et ETANCOL 303 ou ETANCOL 492 ou STRATILAC EL v2 ;
- BANDE VP45 composé des produits : VP45 et ETANPRIM SH ou ETANPRIM SH-V.

- Les liaisons monolithiques (LM) et les joints réputés inertes de type LM sont traités avec les produits :

- KENTREC MR et mortier de réparation de classe R3 ou R4 si la hauteur d'eau est inférieure ou égale à 8 m ;
- KENTREC MR et mortier de réparation de classe R4 si la hauteur d'eau est supérieure à 8 m.

- Les liaisons monolithiques à traitement particulier (LMTP) et les joints réputés inertes de type LMTP sont traités avec le système :

- TECTOFLEX composé des produits : Bande TECTOFLEX (1 mm ou 2 mm) et ETANCOL 303 ou ETANCOL 492 ou STRATILAC EL v2 ;
- BANDE VP45 composé des produits : VP45 et ETANPRIM SH ou ETANPRIM SH-V.

- Les joints réputés actifs, les liaisons par joint de construction sec et les joints de fonctionnement ou de dilatation sont traités avec le système TECTOFLEX composé des produits Bande TECTOFLEX (2 mm) et ETANCOL 303 ou ETANCOL 492 ou STRATILAC EL v2.

1.2.3.1 KENTREC MR

Nature chimique : Le KENTREC MR se compose de ciment Portland, de quartz à granulométrie graduée et d'agents chimiques actifs.

Fonction : produit de protection et d'imperméabilisation du béton qui agit en profondeur et qui possède des substances actives minéralisantes.

Conditionnement en sac de 25 kg.

1.2.3.2 Mortier de réparation de classe R3 ou R4

Mortier de réparation de classe R3 ou R4 selon la norme NF EN 1504-3.

1.2.3.3 Bande TECTOFLEX

Nature chimique : élastomère de type FPO

Fonction : bande d'étanchéité pour le traitement des fissures actives, des liaisons monolithiques à traitement particulier (LMTP), des joints réputés inertes de type LMTP, des liaisons par joint de construction sec, des joints réputés actifs et des joints de fonctionnement. Pour le traitement de joints actifs et joints de fonctionnement, la bande doit être d'épaisseur 2 mm.

Conditionnement : rouleau de largeur 20 cm, longueur 20 m, épaisseur 1 mm ou 2 mm.

1.2.3.4 ETANCOL 303

Nature chimique : pâte époxy bi-composants sans solvant

Fonction : adhésif de collage de la bande manufacturée TECTOFLEX, réalisation de gorges, calfeutrement de fissures.

Il permet également de reboucher les petites cavités, les surfaces de béton bullées et les pinholes*.

Conditionnement : kit prédosé de 1 kg ou 5 kg en bidons

Composant A : résine blanche

Composant B : durcisseur brun

Ratio pondéral A/B : 80/20.

1.2.3.5 ETANCOL 492

Nature chimique : pâte époxy bi-composant sans solvant

Fonction : adhésif de collage de la bande manufacturée TECTOFLEX, réalisation de gorges, calfeutrement de fissures.

Il permet également de reboucher les petites cavités, les surfaces de béton bullées et les pinholes*.

Conditionnement : kit prédosé de 5 kg en bidons, ou de 2 x 400 ml en cartouches.

Composant A : résine grise

Composant B : durcisseur brun

Ratio pondéral A/B : 1/1.

1.2.3.6 STRATILAC EL v2

Nature chimique : pâte époxy bi-composant sans solvant

Fonction : Adhésif de collage de la bande manufacturée TECTOFLEX, réalisation de gorges, calfeutrement de fissures.

Il permet également de reboucher les petites cavités, les surfaces de béton bullées et les pinholes (trous d'aiguille provoqués par des remontées d'air du support à travers le produit).

Conditionnement : kit prédosé de 5 kg ou 15 kg en bidons

Composant A : résine noire

Composant B : durcisseur blanc

Ratio pondéral A/B : 60/40.

1.2.3.7 Armature VP45

Nature chimique : verre

Fonction : bande d'armature de renfort pour le traitement par pontage rigide étanche des fissures actives, des liaisons monolithiques à traitement particulier (LMTP) et des joints réputés inertes de type LMTP.

Conditionnement : rouleau de largeur 20 cm, longueur 100 m.

1.2.4 Produits utilisés en présence de débit d'eau (non évalués dans l'AT CETU)

Les produits suivants servent au traitement des arrivées d'eau du support mais n'entrent pas dans le champ du présent Avis Technique.

1.2.4.1 KENTREC CK

Il s'agit d'un accélérateur en solution aqueuse de couleur claire pour le ciment Portland. Mélangé à du ciment CEM I, il permet de colmater des arrivées d'eau ou poser des drains de décharge hydraulique. Le temps de prise est de quelques secondes et le durcissement varie de 20 secondes à 5 minutes en fonction de la dilution.

1.2.4.2 KENTREC PLUG

Il s'agit d'une bourre de colmatage prête à l'emploi pour bloquer les arrivées d'eau ou poser des drains de décharge hydraulique. Le temps de prise est de quelques secondes et le produit durcit en 30 secondes.

1.2.4.3 KHOBRA

KHOBRA est une gamme de coulis d'arrêt d'eau. Le choix du traitement des arrivées d'eau dépend du débit d'eau percolant au travers de la paroi. Pour classer les niveaux de débit d'eau, on utilise le tableau des « définitions des niveaux de venues d'eau » publié dans la revue TES n°257 (Tunnels et Espace Souterrain – recommandations de l'AFTES n° GT9R1F3).

En fonction du niveau de venue d'eau, le tableau 2 ci-dessous donne une orientation sur le choix des produits et de la technique. Toutefois, suivant le cas, une combinaison des différentes techniques est possible.

TABLEAU 2 - Traitement des venues d'eau

| Niveaux des venues d'eau (au sens de la Reco GT9R1F3) | Débit des venues d'eau | Traitement |
|---|--|---|
| 0 | Support sec | Pas de traitement nécessaire |
| 1 | Support humide | Pas de traitement nécessaire |
| 2 | Goutte à goutte léger $D \leq 30$ gouttes / minute | KHOBRA 530 prise lente |
| 3 | Goutte à goutte conséquent $D \geq 30$ gouttes / minute | KHOBRA 530 |
| 4 | Suintement léger $D \leq 1$ litre / minute | KHOBRA 530 ou KHOBRA ML2 |
| 5 | Suintement moyen $1 \text{ litre / minute} \leq D \leq 5 \text{ litres / minute}$ | KHOBRA 570, KHOBRA 530 en prise rapide, KHOBRA ML2 |
| 6 à 9 | Suintement important à écoulement important $D \geq 10$ litres / minute | Etude particulière en combinant plusieurs types de résine notamment KHOBRA IP 100, KHOBRA IP 2000 |

TABLEAU 3 - Gamme de coulis d'arrêt d'eau

| Nom commercial | Nature | Viscosité en mPa/s |
|----------------|---|--------------------|
| KHOBRA 530 | Monomères méthacrylates exempte d'acrylamide | 3 ± 20 % |
| KHOBRA 570 | Gel polyuréthane bicomposant pour traitement de joint de fonctionnement | 250 ± 20 % |
| KHOBRA IP100 | Résine polyuréthane mono-composante flexible pour injection de fissure | 340 ± 20 % |

| | | |
|---------------|--|------------|
| KHOBRA IP2000 | Résine mono-composante polyuréthane hydrophile Gel bicomposant polyuréthane si ajout d'eau Peut être associé à un coulis de ciment | 300 ± 20 % |
| KHOBRA ML2 | Bentonite faible viscosité | 140 ± 30 % |

1.2.4.4 Produits et systèmes d'injection du béton conformes à la NF EN 1504-5

Les produits et systèmes d'injection du béton conformes à la NF EN 1504-5 peuvent être utilisés pour le traitement des venues d'eau, dans le respect du domaine d'emploi et sous réserve de validation de la compatibilité avec le **TECTOPROOF SIL / GC** par SPPM.

1.2.5 Produits de protection du procédé intradosé (non évalués dans l'AT CETU)

- Le système TECTOPROOF SIL T1500 peut recevoir en mur, en piédroits, en voûte et en sous-face de dalle de couverture une protection adhérente par peinture ou en enduit ou carrelage. Dans ce cas, la dernière couche ETANPRIM SH-V est saupoudrée à refus de granulats dont la nature et la granulométrie sont définies dans le tableau 4 en fonction de la protection rapportée.

- Le système TECTOPROOF SIL T2000 peut recevoir en radier et en retour sur plancher intermédiaire :

- Une dalle béton ou couche de chaussée désolidarisées : le système TECTOPROOF SIL T2000 est alors protégé par un géotextile de 700g/m² ou par une nappe drainante avant de recevoir les couches de chaussées ou une dalle béton.
- Un revêtement rapporté en adhérence (peinture, enduit, carrelage, résine) : dans ce cas, la dernière couche d'ETANPRIM SH est saupoudrée à refus de granulats dont la nature et la granulométrie sont définies dans le tableau 4 en fonction de la protection rapportée.

TABLEAU 4 - Nature du granulat de saupoudrage en fonction du parement rapporté

| Parement rapporté associé | Granulats utilisés pour le saupoudrage | | | | |
|--|--|---------|-------|--|---------|
| | Silice | | | Silicate de calcium ou silicate de fer | |
| | 0,1/0,6 | 0,4/0,9 | 1/2,5 | 0,2/1,5 | 0,5/2,5 |
| Colle et mastic époxydique et polyuréthane | | X | | | |
| Mortier colle | | | X | X | X |
| Enduit de sol | | | X | X | X |
| Enduit époxy | | X | | | |
| Dalle ou chape ou enduit mortier adhérent | | | X | | X |
| Revêtement de sol coulé en résine | | X | | | |
| Peinture | X | X | | | |

1.3 Domaines d'emploi – Limites et précautions d'emplois

1.3.1 Domaine d'emploi

Le procédé **TECTOPROOF SIL / GC** est destiné à imperméabiliser l'intrados des ouvrages (neufs ou en rénovation) suivants :

- Tranchées couvertes (avec ou sans limite d'emprise)

- Tunnels creusés et forés
- Ouvrages d'art sous plateforme routière, autoroute et ferroviaire
- Parkings souterrains hors emprise du bâtiment
- Cuvelage d'ouvrages de génie-civil enterrés

Les ouvrages peuvent être :

- En béton armé
- En béton non armé mais comprimé
- En béton précontraint.

L'usage du **TECTOPROOF SIL / GC** est limité aux ouvrages souterrains routiers de moins de 300 m du fait de la réglementation relative à la protection au feu. D'autres systèmes TECTOPROOF (hors champ de cet Avis Technique) peuvent répondre à ce type d'utilisation.

Le **TECTOPROOF SIL / GC** permet d'imperméabiliser l'ouvrage vis-à-vis des eaux de ruissellement ou d'une nappe phréatique jusqu'à une hauteur d'eau de 30 mètres.

La température de service doit être inférieure à 40 °C.

1.3.2 Supports acceptés

Les supports doivent être conformes à l'article 9 du fascicule 67 titre III et à la recommandation GT9R19F1. Ils sont préparés par tous moyens mécaniques appropriés : grenailage, ponçage, sablage, hydrodécapage, etc.

TABLEAU 5 – Spécifications relatives au support

| Nature du support | Délai de séchage minimal du béton | Cohésion superficielle | Teneur en eau maximal (humidité massique) | Planéité P(n) selon FD P18-503 | Texture E(n,m,p) selon FD P18-503 | Rugosité (PMT) selon NF EN 13036-1 | Désaffleurer entre éléments béton |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---|---|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Béton coulé | 21 jours | > 1.5 MPa | ≤ 4,5 % | ≤ 3 mm ≤ 8 mm P(2) | E(3-3-3) | PMT ≤ 1,0 mm | ≤ 5 cm |
| Béton préfabriqué | 21 jours | > 1.5 MPa | ≤ 4,5 % | ≤ 3 mm ≤ 8 mm P(2) | E(3-3-3) | PMT ≤ 1,0 mm | ≤ 5 cm |
| Béton projeté (fibré ou non) | 21 jours | > 1.5 MPa | ≤ 4,5 % | Dressage à la règle nécessaire puis projection d'une couche de fermeture pour obtenir le parement P(2). ≤ 3 mm ≤ 8 mm P(2) | | | ≤ 5 cm |
| Paroi moulée | 21 jours | > 1.5 MPa | ≤ 4,5 % | Surfaçage de la paroi moulée nécessaire pour obtenir le parement P(2) ≤ 3 mm ≤ 8 mm P(2) | | | ≤ 5 cm |

Les réparations locales de surfaces du support sont admises. Elles doivent être exécutées avec des produits dont les caractéristiques sont conformes à la norme NF EN 1504-3 de classe R3 ou R4 si la hauteur d'eau est inférieure ou égale à 8 m ou de classe R4 si la hauteur d'eau est supérieure à 8 m. Sur support accidenté un surfaçage général est nécessaire pour obtenir les planéités requises. Ce surfaçage doit être réalisé par projection par voie sèche ou humide d'un mortier ayant une adhérence au support d'au moins 1,5 MPa et une résistance à la compression supérieure à 40 MPa.

Le **TECTOPROOF SIL / GC** s'applique sur un support béton dont la surface est sèche ou humide mate (non ruisselante) et sans venue d'eau.

1.4 Dispositions prises par l'entreprise pour assurer la qualité de fabrication

Les produits entrant dans le procédé TECTOPROOF SIL / GC sont fabriqués en France pour SPPM dans une usine certifiée ISO 9001 sous PAQ avec SPPM.

Les contrôles réalisés sur les produits sont :

- Composant R : viscosité et densité.
- Composant D : viscosité et densité.
- Mélange : durée de vie en pot et viscosité.

1.5 Conditions particulières de transport, de stockage et de mise en œuvre du TECTOPROOF SIL / GC

La Société SPPM confie la mise en œuvre du procédé d'imperméabilisation **TECTOPROOF SIL / GC** exclusivement à des entreprises agréées et tient à leur disposition le Cahier de Mise en Œuvre (CMO) – Version 6 de juin 2024 dont les prescriptions suivantes sont extraites :

1.5.1 Transport et stockage

Les conditions de transport et de stockage des produits sont renseignées dans les Fiches de Données Sécurité (FDS) ; disponibles à la demande et fournies par SPPM.

1.5.2 Conditions d'ambiance

La mise en œuvre du système **TECTOPROOF SIL / GC** ne peut être réalisée que si les conditions suivantes sont satisfaites :

- Température ambiante T_a : $+ 10^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq 40^{\circ}\text{C}$
- Humidité relative HR : $HR \leq 85 \%$
- Température du support T_s : $+ 5^{\circ}\text{C} \leq T_s < 40^{\circ}\text{C}$
- Température du point de rosée T_d : $T_d + 3^{\circ}\text{C} \leq T_s$
- Pas d'application en présence d'eau (film d'eau en surface, venue d'eau).

1.5.3 Principe de mise en œuvre

Le **TECTOPROOF SIL / GC** est appliqué à l'intrados du revêtement résistant de l'ouvrage soumis directement à l'action de l'eau.

En présence d'une nappe phréatique, il est également appliqué aux parties adjacentes liées à la structure sur une longueur de cheminement appelée retour technique. La longueur de retour est définie dans le Cahier de Mise en Œuvre (CMO) du TECTOPROOF SIL / GC et dépend des niveaux d'eau.

En imperméabilisation « parapluie » le **TECTOPROOF SIL / GC** peut s'arrêter dans une cunette en pied de piédroit.

1.5.3.1 Mise hors d'eau

Le système **TECTOPROOF SIL / GC** s'applique sur des surfaces ne présentant pas de film d'eau en surface, c'est-à-dire sans venue d'eau. Les venues d'eau doivent être obturées ou canalisées : il faut utiliser au maximum les possibilités de rabattement de la nappe d'eau, en particulier en aménageant des puisards permettant de pomper l'eau.

Si des venues d'eau localisées perdurent, plusieurs méthodes permettent de stopper les venues d'eau :

- Pose de drains de décharge hydraulique
- Blocage aux accélérateurs de prise
- Injection de coulis chimiques ou minéraux

1.5.3.2 Traitement des fissures inertes

Trois méthodes sont possibles pour le traitement des fissures inertes :

- Ouverture en V, application d'une barbotine de KENTREC MR et obturation en frais sur frais par un mortier de réparation de classe R3 ou R4 si la hauteur d'eau est inférieure ou égale à 8 m,
- Ouverture en V, application d'une barbotine de KENTREC MR et obturation en frais sur frais par un mortier de réparation de classe R4 si la hauteur d'eau est supérieure à 8 m,
- Ouverture en V, remplissage à l'aide d'une pâte époxy ETANCOL 492, ETANCOL 303 ou STRATILAC EL v2 sans condition sur la hauteur d'eau.

1.5.3.3 Traitement des fissures actives

Deux méthodes de pontage sont possibles pour le traitement des fissures actives :

- Le système TECTOFLEX composé des produits : une bande TECTOFLEX (1 mm ou 2 mm) et avec un adhésif parmi l'ETANCOL 303, l'ETANCOL 492 ou le STRATILAC EL v2,
- Le système BANDE VP45 composé des produits : une armature de renfort VP45 et une résine ETANPRIM SH ou ETANPRIM SH-V.

1.5.3.4 Traitement des liaisons monolithiques à traitement particulier (LMTP) et des joints réputés inertes

Deux méthodes sont possibles pour le traitement des liaisons LMTP et des joints inertes :

- Le système TECTOFLEX composé des produits : une bande TECTOFLEX (1 mm ou 2 mm) et avec un adhésif parmi l'ETANCOL 303, l'ETANCOL 492 ou le STRATILAC EL v2,
- Le système BANDE VP45 composé des produits : une armature de renfort VP45 et une résine ETANPRIM SH ou ETANPRIM SH-V.

1.5.3.5 Traitement des liaisons par joint de construction sec (JCS), des joints réputés actifs et des joints de fonctionnement ou de dilatation

La méthode pour le traitement des joints réputés actifs, de fonctionnement ou de dilatation est la suivante :

- Le système TECTOFLEX composé des produits : une bande TECTOFLEX (2 mm) et avec un adhésif parmi l'ETANCOL 303, l'ETANCOL 492 ou le STRATILAC EL v2.
Il est nécessaire de prévoir une protection de confinement pour des hauteurs d'eau supérieures à 8 m et une protection mécanique en cas de circulation sur le joint.

1.5.3.6 Réalisation du mélange

Il s'agit d'ajouter la totalité de la partie durcisseur à la partie résine et mélanger soigneusement pendant 3 à 5 min avec un agitateur rotatif à vitesse lente (moins de 300 tr/mn).

L'ETANPRIM SH et l'ETANPRIM SH-V peuvent être appliquée par projection à chaud à l'aide d'une machine de projection bi-composante ; dans ce cas, le mélange est réalisé automatiquement par la machine.

1.5.3.7 Application du mélange

Les produits ETANPRIM SH et ETANPRIM SH-V sont appliqués :

- Soit manuellement au rouleau laine courte, à la raclette caoutchouc, à la lisseuse inox ou au râteau à dents.
- Soit par projection à l'aide d'équipements adaptés (machine de projection à chaud), pour des systèmes bi composants, et des pulvérisations à des températures comprises entre 30 et 70°C.

1.5.3.8 Mise en œuvre du revêtement d'imperméabilisation TECTOPROOF SIL T2000

Une couche de primaire d'adhérence ETANPRIM SH à 400 g/m² est appliquée. Elle est suivie d'un saupoudrage clairsemé de silice 0,1/0,6 ou 0,4/0,9.

Dans la résine ETANPRIM SH préalablement mélangée, la silice 0,4/0,9 est ajoutée dans le rapport pondéral 1/1 puis mélanger pendant 2 à 3 minutes.

Le mélange est alors étalé sur l'ensemble de la surface à l'aide d'un râteau à dents réglé pour une épaisseur de 2 mm.

1.5.3.9 Mise en œuvre du revêtement d'imperméabilisation TECTOPROOF SIL T1500

Une couche de primaire d'accrochage ETANPRIM SH à 400 g/m² est appliquée. Elle est suivie d'un saupoudrage clairsemé de silice 0,1/0,6 ou 0,4/0,9.

L'application de la couche de primaire d'accrochage est suivie de la couche d'imperméabilisation :

- Soit application par projection d'une couche d'ETANPRIM SH-V à 1600 g/m².
- Soit application manuelle de deux couches d'ETANPRIM SH-V à 800 g/m² chacune.

1.6 Prise en compte des exigences essentielles

Le procédé **TECTOPROOF SIL / GC** satisfait pendant toute sa durée de vie aux exigences du règlement UE N°305/2011 du 09/03/2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation des produits de construction.

Les exigences relatives à la stabilité mécanique et à la durabilité sont prises en compte dans le présent Avis Technique.

En l'état actuel de nos connaissances et à la date de rédaction du présent avis, les constituants de l'imperméabilisation ne portent pas préjudice à l'hygiène et l'environnement dans les conditions d'utilisation respectant les fiches de données de sécurité et le cahier de mise en œuvre.

1.7 Références

Depuis l'obtention de l'Avis Technique initial en 2013, environ 40 000 m² d'ouvrages enterrés ont reçu une imperméabilisation par le procédé TECTOPROOF SIL/GC, dont 33 000 m² pour la période 2019 – 2024 de l'Avis Technique n°19-01R3.

CHAPITRE 2 - ESSAIS DE CARACTERISATION

2.1 Eléments de caractérisation du procédé

TABLEAU 6 - Caractéristiques d'identification des produits

| Caractéristiques | Unité | Norme | Produit | VNAP* avec [Plage de tolérance admise] ** | | | PV *** | | | |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------|--|-----------------------|-----------------------|------------------|----------|-------|------|
| | | | | Partie A | Partie B | A + B | Partie A | Partie B | A + B | |
| Mécaniques | Contrainte de traction à rupture | MPa | ISO 527-2 | Etanprim SH | | | 45 [40 ; 50] | | | 48 |
| | | | | Etanprim SH-V | | | 44 [39 ; 49] | | | 48 |
| | Dureté shore D à 2 jours | Shore D | NF P 98-285 | Etanprim SH | | | 75 [65 ; 85] | | | 74 |
| | | | | Etanprim SH-V | | | 75 [65 ; 85] | | | 77 |
| Physico-mécaniques | Masse volumique | g/cm ³ | NF EN ISO 1675 | Etanprim SH | 1,14 [1,11 ; 1,17] | 1,01 [0,98 ; 1,04] | | 1,14 | 1,01 | |
| | | | | Etanprim SH-V | 1,13 [1,10 ; 1,16] | 1,01 [0,98 ; 1,04] | | 1,13 | 1,01 | |
| | Viscosité | mPa.s | NF EN ISO 2555 | Etanprim SH | 1200 [800 ; 1600] | 3750 [3000 ; 4500] | | 1500 | 4000 | |
| | | | | Etanprim SH-V | 5500 [4000 ; 7000] | 3750 [3000 ; 4500] | | 6150 | 3210 | |
| | Extrait sec | % | NF EN ISO 3251 | Etanprim SH | 97 [92 ; 100] | 81 [75 ; 90] | 99 [92 ; 100] | 99.3 | 87.3 | |
| | | | | Etanprim SH-V | 96 [92 ; 100] | 80 [75 ; 90] | 99 [92 ; 100] | 99.2 | 85.1 | |
| | Teneur en cendre | % | NF EN ISO 3451-1 | Etanprim SH | | | 0,5 [0 ; 4] | | | 0.27 |
| | | | | Etanprim SH-V | | | 2,5 [0 ; 5,5] | | | 4.1 |

* VNAP : Valeur Nominale Annoncée par le Producteur

** Plage de tolérance admise : Plage annoncée par le Producteur, éventuellement corrigée par les spécifications du référentiel « SIL »

*** PV : Procès-Verbal d'essais réalisés par un laboratoire extérieur ou réalisé en interne sous supervision d'un laboratoire extérieur (cf. §2.2)

2.2 Essais pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage

Pour cette évaluation la société SPPM a réalisé ou fait réaliser les essais conformément aux exigences du fascicule 67 titre III du CCTG et du guide d'instruction des demandes d'Avis Technique CETU. A la demande de la Commission, les essais ont été effectués selon les normes d'essais et conditions définies dans le référentiel des spécifications des matériaux pour un procédé d'imperméabilisation SIL (version n°8 du 30/11/2022).

TABLEAU 7 - Récapitulatif des essais réalisés

| Caractéristiques | Méthodes d'essais | Références du rapport d'essai | Date du rapport d'essai |
|---|--|---|-------------------------|
| Caractéristiques générales : | | | |
| Nature : Résine synthétique | Déclaration SPPM | | |
| Epaisseur moyenne (mm) | NF EN ISO 2808 (6B) ou mesure au micromètre sur plots d'essais d'adhérence | SPPM INE 12415 sous supervision du CEREMA IDF | 8 Janvier 2024 |
| Epaisseur minimale locale (mm) | | | |
| Adhérence sur support sec | NF EN 13596 | SPPM INE 12415 sous supervision du CEREMA IDF | 8 Janvier 2024 |
| Résistance à la contre-pression | NF P 18-855 | SPPM INE 12338 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Janvier 2024 |
| Résistance en fissuration active du support du procédé de pontage associé (TECTOFLEX) | ETAG TR 008 | VERITAS N°2423050-1B | 13 juin 2012 |
| Résistance au pelage du procédé de pontage associé (TECTOFLEX) | EN 12316-2 | SPPM INE 12463 sous supervision du CEREMA IDF | 9 Avril 2024 |
| Contrainte à la rupture en traction | NF EN ISO 527-2 | SPPM INE 12426 sous supervision du CEREMA IDF | 12 janvier 2024 |
| Déformation à la rupture en traction | | | |
| Module d'élasticité en traction | | | |
| Absorption d'eau | NF EN 14223 [1] | SPPM INE 12399 sous supervision du CEREMA IDF | 9 Janvier 2024 |
| Perméance à la vapeur d'eau | NF EN ISO 7783 | CSTB R2EM-SIST-18-26074591-F | 18 Juillet 2018 |
| | | CSTB R2EM-SIST-18-26074591-H | 26 Juillet 2018 |
| Caractéristiques relatives à la mise en œuvre : | | | |
| Application en surface verticale | AT SETRA selon [1] ETAG Annexe E | SPPM INE 12410 sous supervision du CEREMA IDF | 9 Janvier 2024 |

| Caractéristiques | Méthodes d'essais | Références du rapport d'essai | Date du rapport d'essai |
|---|--|---|-------------------------|
| Etat de polymérisation en conditionnement normal | EN ISO 868 | SPPM INE 12408 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Janvier 2024 |
| Etat de polymérisation en conditionnement limite indiqué par le fabricant | EN ISO 868 | SPPM INE 12462 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Avril 2024 |
| Adhérence sur support humide et conditions normales | NF EN 13578 | SPPM INE 12417 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Avril 2024 |
| Adhérence sur support humide et conditions limites indiquées par le fabricant | NF EN 13578 | | |
| Réparabilité | Après immersion 180 j dans l'eau chaude à 60°C Méthode [1] ETAG § 5.1.7.2.6.3 | SPPM INE 12418 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Avril 2024 |
| Caractéristiques liées à la durabilité : | | | |
| Contrainte à la rupture en traction après immersion | Après immersion pendant 180 jours dans l'eau à 60°C NF EN ISO 527-2 | SPPM INE 12459 sous supervision du CEREMA IDF | 9 Avril 2024 |
| Déformation à la rupture en traction après immersion | | | |
| Module d'élasticité en traction après immersion | | | |
| Adhérence après immersion | Après immersion pendant 180 jours dans l'eau à 60°C NF EN 13596 | SPPM INE 12460 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Avril 2024 |
| Résistance au gel/dégel | EN 13687-3 (20 cycles) | SPPM INE 12409 sous supervision du CEREMA IDF | 9 Janvier 2024 |
| Caractéristiques d'identification (mécaniques et physico-chimiques) : | | | |
| Dureté shore D | EN ISO 868 | SPPM INE 12462 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Avril 2024 |
| Caractéristiques en traction : <ul style="list-style-type: none"> • Contrainte à la rupture en traction • Déformation à la rupture en traction • Module d'élasticité en traction | NF EN ISO 527-2 | SPPM INE 12426 sous supervision du CEREMA IDF | 12 janvier 2024 |
| Masse volumique | EN ISO 1675 ou EN ISO 2811- 1 à 4 | SPPM INE 12416 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Avril 2024 |
| Extrait sec | EN ISO 3251 | CEBTP BEB6.N.3089-1 | 2 Février 2024 |

| Caractéristiques | Méthodes d'essais | Références du rapport d'essai | Date du rapport d'essai |
|-----------------------------|-------------------|---|-------------------------|
| Teneur en cendres | EN ISO 3451-1 | CEBTP BEB6.N.3089.2-4 | 15 Avril 2024 |
| Viscosité | ISO 3219 | CEBTP BEB6.N.3089.2-4 | 15 Avril 2024 |
| | | SPPM INE 12461 sous supervision du CEREMA IDF | 10 Avril 2024 |
| Spectre infrarouge du liant | EN 1767 | SPPM INE 12411 sous supervision du CEREMA IDF (Pli confidentiel) | 12 Janvier 2024 |

Le Directeur de la Société demanderesse soussigné ou son représentant autorisé **atteste l'exactitude des renseignements fournis dans les chapitres 1 et 2 du présent avis.**

Romain MECHALI
 Ingénieur Innovation et Procédés
 Le 27 juin 2024


CHAPITRE 3 - AVIS DE LA COMMISSION

Le procédé présenté dans les chapitres précédents a été examiné par la Commission "Etanchéité des ouvrages souterrains" comprenant des représentants des Maîtres d'Ouvrage et Maîtres d'Œuvre, des Laboratoires, du CETU et de la Profession. Ils représentent les organismes et les syndicats suivants : AFAG, AFPGA, AFTES, ANEPE, APRODEG, APSEL, CEREMA, CSFE, CETU, EDF, OFFICE DES ASPHALTES, RATP, SFEC, SIAAP, SNCF, SN FORES, SNMI, SYNTEC et SYSTRA.

3.1 Exigences générales du procédé

Documents de références : fascicule 67 titre III du CCTG, guide pour l'instruction d'une demande d'avis technique et dossier technique à l'appui de la demande d'avis.

Nota : l'appréciation est faite dans un contexte d'utilisation en France Métropolitaine. Pour un usage dans d'autres contextes (DOM-TOM par ex) : consulter le Secrétariat.

3.1.1 Perméance à la vapeur d'eau

Elle est satisfaisante dans les conditions de l'essai réalisé selon le mode opératoire du guide d'Avis Technique CETU (perméance $\leq 10 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{H} \cdot \text{mmHg}$).

3.1.2 Adhérence au support

Sur support sec, les essais de laboratoire mettent en évidence une valeur d'adhérence au support de 2,9 MPa pour le TECTOPROOF SIL T1500 et de 3,1 MPa pour le TECTOPROOF SIL T2000. La rupture est cohésive dans le support en béton.

Ce résultat est conforme à la spécification du guide d'instruction d'une demande d'avis technique CETU : adhérence au support supérieure ou égale à 2 MPa.

3.1.3 Résistance à la contre-pression

Les systèmes TECTOPROOF SIL T2000 et TECTOPROOF SIL T1500 valident le palier de pression de 2,0 MPa à l'essai de résistance à la contre-pression hydrostatique réalisé selon le mode opératoire du guide d'Avis Technique CETU (NF P 18-855), ce qui permet de justifier une hauteur d'eau de 30 mètres.

3.1.4 Absorption d'eau

Lors de l'essai, le pourcentage d'eau absorbée après 30 jours d'immersion est de 0,6 % pour le système TECTOPROOF SIL T2000 et 1,1 % pour le système TECTOPROOF SIL T1500 en moyenne de 5 échantillons par système. Ceci est conforme à la spécification exigée dans le guide d'Avis Techniques CETU (absorption inférieure à 1,5%).

3.1.5 Appréciation de l'adaptation à l'état du support

Sur support humide, les essais de laboratoire mettent en évidence une valeur d'adhérence au support de 2,56 MPa du **TECTOPROOF SIL / GC**. La rupture se produit dans le support béton.

Ce résultat est conforme à la spécification du guide d'instruction d'une demande d'avis technique CETU : adhérence supérieure à 2,0 MPa.

3.1.6 Caractéristiques en traction

L'ETANPRIM SH présente une valeur de contrainte à la rupture en traction de 48,4 MPa.

L'ETANPRIM SH-V présente une valeur de contrainte à la rupture en traction de 48,8 MPa.

Ce résultat est conforme à la spécification du guide d'instruction d'une demande d'avis technique CETU : contrainte à la rupture supérieure à 35 MPa.

3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre

La mise en œuvre du procédé **TECTOPROOF SIL / GC** nécessite une préparation soignée et importante de la surface en béton. Cette préparation comprend obligatoirement un grenailage, ponçage ou hydrodécapage conformément aux spécifications du cahier de mise en œuvre.

La préparation est contrôlée par la mesure de la cohésion superficielle, la planimétrie et la texture de surface.

La mise en œuvre sur des surfaces verticales ne présente pas de difficultés particulières sous réserve de respecter les procédures de mise en œuvre adaptées à cette application pour limiter les pertes.

3.3 Exigences liées à la durabilité

Après vieillissement accéléré (par immersion pendant 180 jours dans l'eau à 60°C), les essais de résistance en traction et d'adhérence sur les résines ETANPRIM SH et ETAMPRIM SH-V respectent les spécifications du référentiel SIL.

De même, après vieillissement par cycle gel/dégel pendant 20 jours, les résultats d'essais d'adhérence sont supérieurs à 2MPa et permettent de valider une application du **TECTOPROOF SIL / GC** en zones de montagne.

3.4 Sécurité - Hygiène

Outre les dispositions préconisées par le demandeur dans le paragraphe 1.3, il appartient à l'entrepreneur de fournir au Maître d'œuvre un Plan de Prévention de Sécurité et Protection de la Santé (PPSPS) décrivant les procédures de sécurité à mettre en œuvre pendant la phase travaux.

Les fiches de données de sécurité des produits regroupent l'ensemble des prescriptions liées à l'utilisation de ces produits dans de bonnes conditions de sécurité.

3.5 Conclusions

L'ensemble des essais d'évaluation indique que le procédé répond aux spécifications fixées par les Fascicule 67 titre III et le guide d'instruction d'une demande d'Avis Technique CETU.

Pour ce procédé appartenant à la famille des SIL, adhérent au support, le comportement de la liaison avec le support est satisfaisant sur un support sec ou humide.

Conditions particulières nécessaires à l'obtention des résultats annoncés : il est très important de respecter les conditions d'ambiance température et humidité et de mise en œuvre pour ne pas altérer les valeurs d'adhérence au support

3.5.1 Appréciation sur le domaine d'emploi

Compte tenu des essais d'évaluations et des références du procédé, le domaine d'emploi préconisé par SPPM est validé.

3.5.2 Contrôle de la conformité

Il est rappelé que l'Avis Technique est un document mis à disposition des Maîtres D'œuvre pour les éclairer dans le choix ou l'acceptation d'une technique, notamment de la bonne adaptation du produit au domaine d'emploi visé. L'Avis Technique porte donc sur un procédé parfaitement identifié sur lequel sont effectués des essais de type.

L'avis se limite à cette appréciation et la procédure ne prévoit pas de suivi de fabrication pendant la période de validité de l'Avis. Indépendamment du système qualité mis en œuvre par le fabricant, il appartient donc au Maître d'œuvre de faire procéder aux vérifications de conformité du produit approvisionné par rapport à celui identifié dans les chapitres 1 et 2. Ainsi les contrôles de conformité des produits sur chantier sont effectués conformément au Fascicule 67 titre III du CCTG (en liaison avec les tableaux 5 et 6).

Les tableaux 5 et 6 du chapitre 2 donnent les caractéristiques qui ont été déposées auprès de la Commission lors de la demande d'Avis Technique.

Les informations sur le suivi de la fabrication, notamment le Système Qualité mis en place (cf. § 1.4 certification ISO 9001) n'appellent pas d'observations de la part de la Commission.

3.5.3 Retour d'expérience

Le retour d'expérience actuel sur le comportement en service n'a pas fait ressortir de problèmes particuliers d'efficacité sur les ouvrages étanchés avec ce procédé.

En cas de non-conformité des produits par rapport aux éléments donnés aux chapitres 1 et 2 ou en cas de difficulté à la mise en œuvre, il est demandé au Maître d'œuvre d'en informer le secrétariat de la Commission.

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

3.5.4 Mise en œuvre

L'aptitude à l'emploi de ce procédé d'imperméabilisation repose sur l'hypothèse que ce dernier est mis en œuvre conformément au Cahier de Mise en Œuvre établi par la société SPPM (CMO – Version 6 de juin 2024) et en particulier en ce qui concerne les points suivants :

- Mise en œuvre par du personnel qualifié,
- Mise en œuvre avec du matériel approprié,
- Vérification des conditions d'ambiance et des temps de séchage,
- Préparation du support et vérification de la qualité de ce dernier avant l'application du **TECTOTPROOF SIL / GC**,

- Epaisseur moyenne du **TECTOPROOF SIL / GC** au moins égale à 2 mm au sol (en radier et en retour sur plancher intermédiaire) et à 1,5 mm en mur, piédroit, voûte et sous-face de dalle de couverture.

3.5.5 Aptitude à la réparation

En cas d'endommagement ponctuel du procédé, la réparation se fait facilement par la mise en œuvre de pièces de pontage (« patchs ») en résine TECTORPOOF SIL /GC appliquées manuellement.

Cet avis technique CETU permet aux maîtres d'ouvrages et aux maîtres d'œuvre de disposer d'éléments d'appréciation sur le comportement du procédé et d'informations sur son domaine d'application et ses conditions de mise en œuvre.

Il a été préparé sous la responsabilité d'une commission mise en place par le CETU, associant l'administration et la profession représentée par leurs syndicats. Le secrétariat et la présidence de cette commission sont respectivement assurés par le CETU et la profession.

Le document n'est valable que transmis dans son intégralité.

Cet AT est consultable sur : www.cetu.developpement-durable.gouv.fr

Pour tous renseignements sur le présent AT, contacter :

- Le fabricant signalé au § I.1 de l'avis
- Le CETU : Responsable de la publication - 25, avenue François Mitterrand - 69500 BRON - Téléphone : 04.72.14.34.00
Mail : cetu@developpement-durable.gouv.fr