



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° 18 - 07 Validité du : 28/05/2018 au 27/05/2023
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

GEOCOMPOSITE D'ETANCHEITE EXTRADOS, ADHERENT POST-APPLIQUE

NOM DU PROCEDE : SikaProof[®] P-12

ENTREPRISE : SIKA France S.A.S

1. Présentation des systèmes SikaProof[®] P-12

Le 8 novembre 2016, la Société Sika France S.A.S – 84 rue Edouard Vaillant 93350 LE BOURGET, 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 ou de drainage innovants ».

Cette demande porte sur le SikaProof[®] P-12, système d'étanchéité appliqué en extrados des structures bétons, après bétonnage.

Suivant l'application, cet Avis d'Expert pourra être complété par l'Avis d'Expert des systèmes SikaProof[®] A (avis n°18 – 06).

1.1. Domaines d'application revendiqués par Sika France S.A.S

Les domaines d'application revendiqués par Sika France S.A.S concernent les tranchées couvertes (avec ou sans pression d'eau) pour :

- l'étanchement (post-appliqué) des piédroits ou voiles de tranchées couvertes sans limite d'emprise,
- l'étanchement (post-appliqué) des dalles de couverture (avec ou sans limite d'emprise).

Le SikaProof® P-12 peut être mis en œuvre dans le cas d'ouvrages soumis à une pression hydrostatique inférieure à 10 mètres.

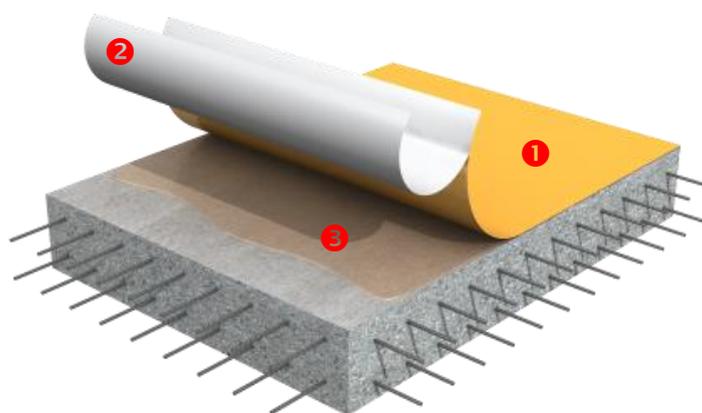
Cette limitation de hauteur d'eau est propre au présent Avis d'Expert.

A noter : La membrane SikaProof® P-12 a passé avec succès l'essai ASTM D 5385 modifié jusqu'à 2,5 bar.

1.2. Description du système SikaProof® P-12

Le SikaProof® P-12 est un géocomposite adhérent post-appliqués constitué :

1. d'une membrane en polyoléfine flexible (FPO),
2. protégée par un film retirable,
3. appliquée sur primaire SikaProof® Primer-01.



La membrane est mise en œuvre sur béton durci, selon les caractéristiques définies dans le Cahier des Clauses Techniques de pose n° 57.

Une protection complémentaire par géospaceur, géotextile de 700 g/m² ou membrane synthétique FPO doit être mise en œuvre avant de réaliser les travaux de remblaiement.

Le système ne nécessite pas de soudure à chaud. Les recouvrements entre les lès et les détails sont réalisés à froid grâce à des bandes auto adhésives.

1.3. Caractéristiques techniques

Les membranes SikaProof® P-12 sont fabriquées dans l'usine Sika de Sarnen en Suisse et assemblées dans l'usine Sika de Troisdorf en Allemagne.

Caractéristiques	Norme d'essai	SikaProof®P-12
Performances relevant du marquage CE selon EN EN 13967		
Défauts d'aspect	EN 1850-2	Obtenu
Rectitude	EN 1848-2	≤ 50 mm/10m
Épaisseur membrane (-5/+10%)	EN 1849-2	0,60 mm
Épaisseur totale (-5/+10%)	EN 1849-2	1,2 mm
Masse surfacique (-5/+10%)	EN 1849-2	1,20 kg/m ²
Étanchéité à l'eau (24h/60 kPa)	EN 1928 B (24h/60 kPa)	Obtenu
Résistance au choc	EN 12961	≥ 200 mm
Durabilité de l'étanchéité à l'eau après vieillissement (12 semaines)	EN 1296 EN 1928 B	Obtenu
Durabilité de l'étanchéité à l'eau après exposition à des produits chimiques	EN 1847 (28j/+23°C) EN 1928 B	Obtenu
Résistance à la déchirure longitudinale	EN 12310-1	≥ 200 N
Résistance à la déchirure transversale	EN 12310-1	≥ 200 N
Résistance des joints	EN 12317-2	≥ 125 N/50 mm
Transmission de la vapeur d'eau (μ)	EN 1931 (+23°C/75%hr)	μ = ~ 65 000
Transmission de la vapeur d'eau (S _D)	EN 1931 (+23°C/75%hr)	78 m
Résistance au poinçonnement statique	EN 12730-B (24h/20kg)	≥ 20 kg
Résistance à la traction longitudinale	12311-2	≥ 6,0 N/mm ²
Résistance à la traction transversale	12311-2	≥ 6,0 N/mm ²
Elongation longitudinale	12311-2	≥ 350 %
Elongation transversale	12311-2	≥ 350 %
Réaction au feu	EN 13501-1	Classe E
Vieillissement accéléré dans environnement alcalin, résistance à la traction	EN 1847 (28j/+23°C) EN 1928 B	Obtenu
Performances complémentaires ne relevant pas du marquage CE		
Résistance au passage latéral de l'eau (*)	ASTM D 5385 modifié	Obtenu à 0,25 MPa Pendant 28 jours
Résistance au passage latéral de l'eau (*)	ASTM D 5385 modifié	Obtenu à 0,7 MPa Pendant 7 jours
Résistance aux racines	CEN/TS 14416	Obtenu
Résistance au pelage des joints (180°)	EN 12317-2	≥ 125 N/50 mm
Résistance au pelage sur béton (180°)	ASTM D 903 / EN 1372	≥ 100 N/50 mm

(*) A la date de validation du présent Avis d'Expert, un essai de résistance au passage latéral de l'eau sur le long terme et sous pression permanente de 5 bars selon la norme d'essai ASTM D 5385 modifié est en cours depuis août 2015.

Autres produits des systèmes SikaProof® P-12 :

Le système SikaProof® P-12 nécessite des produits complémentaires pour le traitement des points singuliers et réalisation des détails tels que les angles, le traitement des pénétrations, des têtes de pieux...

Pour cela les produits suivants sont utilisés :

SikaProof® Primer 01

Solution solvantée à base de résine de caoutchouc synthétique utilisée en primaire pour l'adhérence du système d'étanchéité SikaProof® P-12

SikaProof® ExTape-150

Bande auto adhésive à base de caoutchouc butyle qui s'applique directement sur la face jaune (face externe) des membranes SikaProof® A.

SikaProof® Patch-200 B

Bande d'étanchéité auto adhésive, constituée d'une membrane SikaProof® laminée avec une colle butyle utilisée pour réaliser l'étanchéité des trous de banches ou pour la réparation par l'extérieur des membranes SikaProof® P.

SikaProof® FixTape-50

Bande adhésive caoutchouc butyle utilisée pour réaliser les différents détails du système d'étanchéité SikaProof® A, ainsi que le maintien des bandes d'arrêt d'eau externes dans le traitement des joints de dilatation.

Sika Waterbar

Bandes d'arrêt d'eau externes à base de PVC-P, conçues pour traiter l'étanchéité des joints de dilatation.

Sikadur®-Combiflex® SG

Bande d'étanchéité à base de FPO modifié, collée à l'aide du Sikadur®-31 DW permettant d'assurer, dans certain cas, le traitement des radiers à talon.

Sikadur®-31 DW

Colle thixotrope à 2 composants, mélange de résine époxydique et de fillers spéciaux, conçue pour répondre aux exigences du contact avec l'eau destinée à la consommation humaine utilisée pour le collage des bandes d'étanchéité Sikadur®-Combiflex® SG.

SikaFuko®

Flexible d'injection avec système unique de valves intégrées. Mis en œuvre aux reprises de bétonnage, il permet de réaliser des injections de résine et/ou de micro mortier.

1.4. Contrôles Qualité

La membrane SikaProof® P-12 est sous marquage CE selon l'EN 13967.

Conformément à son annexe ZA, le marquage CE des membranes SikaProof® P-12 est réalisé selon le système d'attestation de conformité 2+.

L'organisme notifié N° 1213, SKZ - Testing GmbH Friedrich-Bergius-Ring 22 97076 Würzburg situé en Allemagne, effectue la surveillance permanente et l'évaluation du contrôle de production en usine et a délivré le certificat de conformité du contrôle de la production en usine (FPC) 065.

Caractéristiques	Méthode d'essai	Fréquence
Aspect	EN 1850-2	1 fois/lot
Longueur	EN 1848-2	1 fois / lot
Largeur	EN 1848-2	1 fois / lot
Epaisseur	EN 1849-2	1 fois / lot
Rectitude	EN 1848-2	1 fois / lot
Masse surfacique	EN 1848-2	1 fois / lot
Etanchéité à l'eau	EN 1928	1 fois / an
Résistance à la déchirure au clou	EN 12310-1	1 fois / an
Résistance au cisaillement des joints	EN 12318-2	1 fois / lot
Résistance au pelage des joints	EN 12316-2	1 fois / lot
Résistance à l'impact	EN 12691	2 fois / an
Résistance en traction	EN ISO R 527-3	1 fois / lot
Résistance à l'allongement	EN ISO R 527-3	1 fois / lot
Résistance au poinçonnement statique	EN 1372	2 fois / an
Migration latérale	ASTM D 5385 modifié	2 fois / an
Réaction au feu	EN 13501-1	2 fois / an

1.5. Identification et conditionnement

Les lés de SikaProof® P-12 sont produits selon les dimensionnements ci-dessous conditionnés en rouleaux sur mandrin en carton et emballés dans un film de protection en polyéthylène jaune.

Chaque rouleau est identifié par le nom de la société, le nom du produit, le numéro de lot, et les indications relatives au marquage CE.

	SikaProof® P-12
Epaisseur de membrane [mm]	0,60
Epaisseur totale [mm]	1,20
Longueur du rouleau [m]	20
Largeur [m]	1,0
Poids [kg]	24
Durée de vie	12 mois

1.6. Procédure de mise en œuvre

Ces prescriptions sont extraites du cahier des Clauses Techniques de pose n° 57 version d'août 2017 ayant fait l'objet de l'Enquête de Technique Nouvelle n° 601R0EAD9247 visée par SOCOTEC France.

Le présent Avis d'Experts ne reprend que le système SikaProof® P-12 traité dans le CCT de pose n° 57.

Les traitements des points singuliers et détails (points triples, angles, reprises de bétonnage, pénétration et traversés, écarteurs de banches, joints de dilatation...) sont décrits précisément dans le Cahier des Clauses Techniques de pose n° 57.

PREPARATION DU SUPPORT :

Les membranes d'étanchéité SikaProof® P-12 ont besoin d'être appliquées sur des supports correctement préparés. Les supports doivent être secs, lisses, propres et exempts de toute impureté. Les irrégularités et défauts de surface (comme les cavités, les vides, nids d'abeille, fissures, saillies, etc) doivent être traitées avant l'application pour éviter tout dommage ultérieur de la membrane.

La laitance du béton devra être éliminée avant l'application du primaire.

Pour les exigences relatives au support béton, on se référera au tableau 1 du fascicule 67-Titre III- version 2014 pour les feuilles préfabriquées monocouches.

La consommation du primaire est comprise entre 150 et 300 g/m² en fonction de la porosité du support, il doit être sec au toucher et respecter un temps d'attente minimal avant la mise en œuvre de la membrane d'environ 30 minutes.

Il est recommandé de ne pas dépasser les 24 heures avant la mise en œuvre de la membrane. Si ce délai maximal est dépassé, il est nécessaire de repasser une nouvelle couche de primaire avant la mise en œuvre de la membrane.

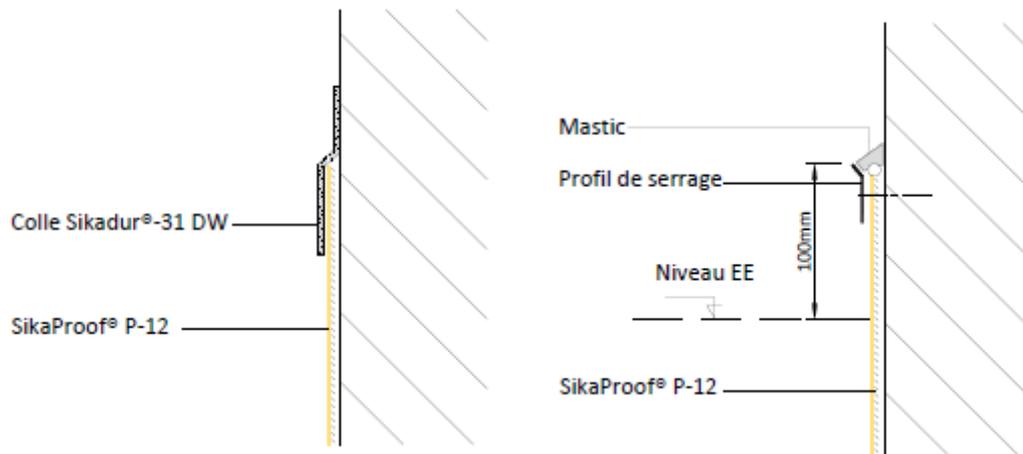
L'application du primaire peut être réalisée à la brosse, au rouleau ou par projection.

APPLICATION EN VOILES :

- Positionner la membrane en partie haute et commencer le collage,
- maroufler à l'aide d'une raclette de caoutchouc l'ensemble de la membrane de bas en haut,
- confirmer les joints en marouflant avec une roulette en téflon et respectant un recouvrement de 90 mm avec la membrane de radier en partie basse.

Il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre des lignes de fixations intermédiaires.

Les fixations mécaniques en tête (3 au mètre) de lés sont obligatoires. Elles servent également à maintenir un procédé de type solin situé 10 centimètres au-dessus de niveau EE. Une finition par collage à la Sikadur® 31 DW est également possible.

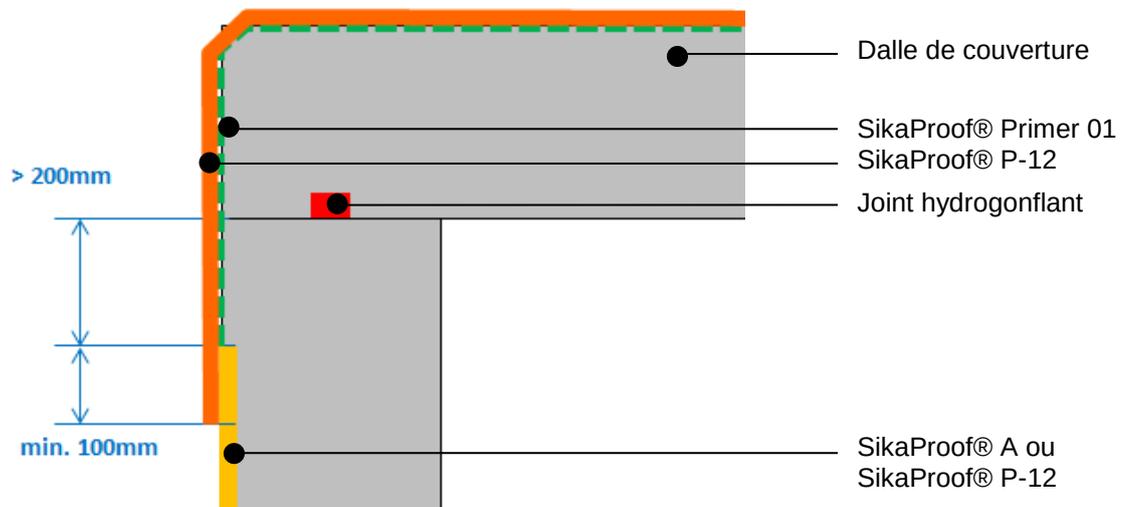


Tous les traitements des points singuliers sont décrits dans le CCT de pose n° 57.

APPLICATION EN DALLE DE COUVERTURE :

Tous les traitements des points singuliers sont décrits dans le CCT n° 57.

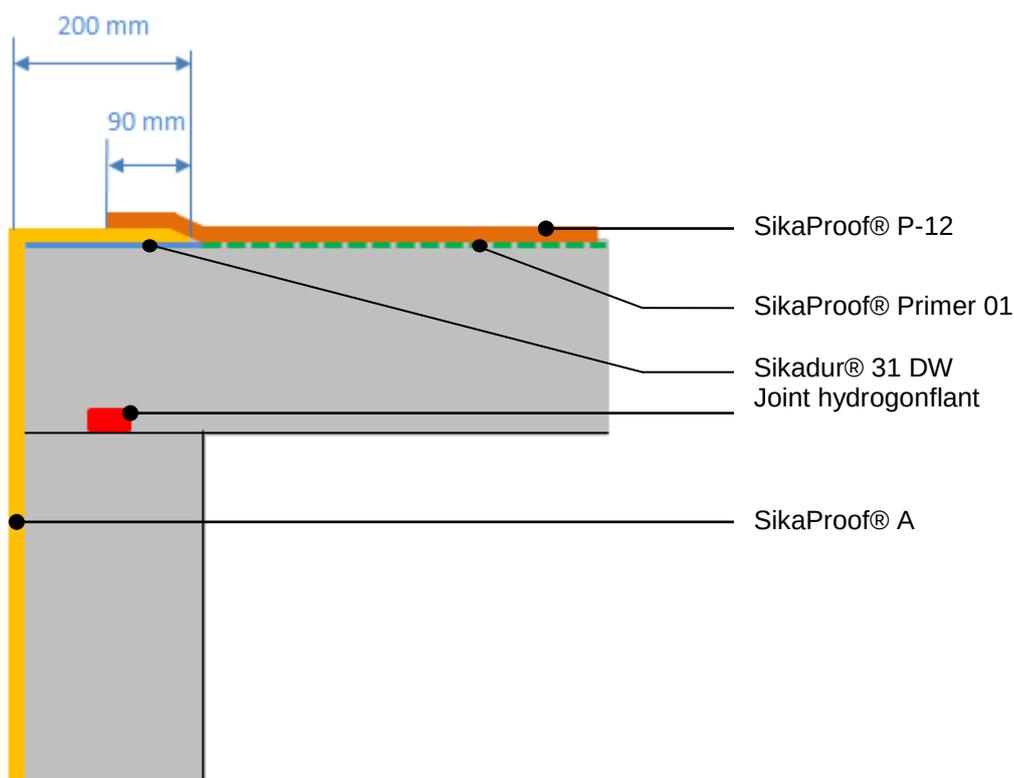
Pour les ouvrages sans limite d'emprise, le raccordement se fait directement sur la membrane de voile (SikaProof® A ou SikaProof® P-12) en prenant soin de se situer 0,20 mètre sous le niveau du joint de construction tel que dans le schéma suivant.



Pour les ouvrages avec limite emprise, les voiles ne peuvent être traités qu'avec la membrane SikaProof® A (cf avis n°18 – 06). Pour cela, il est nécessaire que cette dernière soit mise en attente et correctement protégée sur au moins 20 cm au-dessus du niveau supérieur de la dalle.

Après coulage de la dalle, les 20 cm de réservation sont collés à la colle époxydique sur le béton durci de la dalle.

La membrane SikaProof® P-12 est ensuite appliquée sur son primaire sur le reste de la dalle et vient en recouvrement d'au moins 9 cm sur la membrane SikaProof® A.



TRAVAUX DE REMBLAYAGE :

Le remblayage à l'arrière des voiles et sur la dalle de couverture devra être réalisé dans un délai maximal de 30 jours.

Les travaux de remblayage seront réalisés en conformité avec le DTU 12. La présence de l'entreprise applicatrice du système d'étanchéité est nécessaire lors des phases de remblayage.

Comme pour toutes les autres étanchéités, les membranes SikaProof® P-12 doivent être protégées avant les travaux de remblayage. Les produits de protection complémentaire suivants peuvent être mis en place :

- Géotextile 700 g/m², protection toute hauteur standard.
- Sikaplan® WT Protection 20 H (min 2 mm selon EN 1849-2), protection toute hauteur en cas d'impossibilité d'être conforme au DTU 12.
- Sika® Protection Fondation, protection et drainage limité à 5 m de pression d'eau.
- Sika® Drain-700, protection et drainage toute hauteur.

CONTROLES DE L'APPLICATION SUR CHANTIER :

La méthode de contrôle relève de la procédure d'autocontrôle réalisée par l'étancheur. Les moyens de contrôle sont les suivants :

- Examen visuel des raccordements. Une seule bande noire visible dans le sens longitudinal,
- Contrôle à la pointe sèche

Pour éviter les risques de dégradations ou pollutions du géocomposite d'étanchéité SikaProof® P-12, il est recommandé de procéder au remblaiement dans les 30 jours suivant sa mise en œuvre.

En cas de blessures, les réparations seront effectuées à l'aide du SikaProof® Patch 200 B ou SikaProof® P-12.

SIKA France SAS dispose d'un service technique pour conseiller et apporter une assistance dans la mise en œuvre du SikaProof® P12.

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, l'examen du dossier technique de la société Sika France S.A.S et l'observation d'un chantier test ont été réalisés.

2.1. Examen du dossier technique

Cet examen a été confié par la commission à deux rapporteurs : David CHAMOLEY (CETU) et Laurent SAUGER (CEREMA). Celui-ci a été fait à partir des documents transmis par Sika France S.A.S, à savoir : Cahier des Clauses Techniques de mise en œuvre du système SikaProof® P-12 et les rapports d'essais suivants :

Documents	Date
Rapport essai WissBau n° 2013-253 - Essai sous pression SikaProof® P-12 et joint à 0,25 mm	15 juillet 2015
Rapport essai interne n° 1508023K3, ASTM D 5385 modifié, SikaProof® P-12, 7 jours à 0,7 MPa	9 septembre 2015
Rapport d'essai SKZ n° 119043/15-II - Résistance aux racines selon EN 14416 du SikaProof® P-12	3 juin 2016
Certificat de conformité de fabrication 1213-CPR-065	2 juin 2015
Cahier des Charges Techniques n°57 version Béta (signée SOCOTEC)	Version août 2017

Les rapporteurs n'ont pas décelé d'incohérence majeure dans la description du système et du Cahier des Clauses Techniques de pose, ainsi que dans les essais de caractérisation et de performances transmis par Sika France S.A.S.

2.2. Chantier test

Deux chantiers test ont été réalisés sur la commune de Nice (06) en mai et juillet 2017 et visités par les membres du GT9 (SikaProof® A sous radier et SikaProof® P-12 sur voiles).

Ces chantiers s'inséraient dans le cadre des travaux de construction d'un bâtiment d'habitation sur deux niveaux de sous-sol enterrés.

Pour ce projet, le niveau bas du radier est à la côte de 8,10 m NGF et le niveau de la fosse la plus basse à 6,55 m NGF. Le niveau haut de l'étanchéité est arrêté à 12,20 m NGF. Le niveau des eaux basses retenu est situé à 11,50 mm NGF et le niveau des eaux exceptionnelles à 12,20 m NGF.

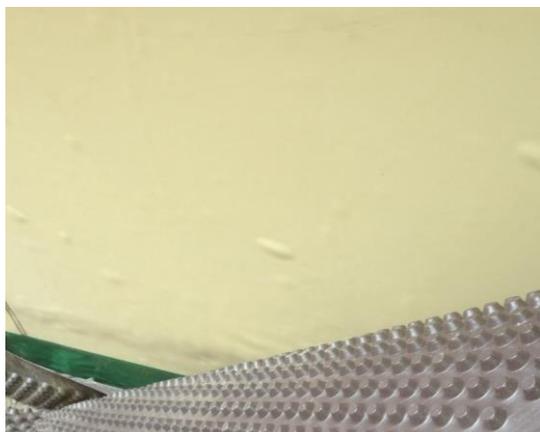
Les voiles ont été étanchés avec la membrane SikaProof® P-12 pour une superficie d'environ 860 m² et sur une hauteur de 3,10 mètres.

Ce chantier n'a pas permis l'observation de traitement de point particulier en traversée de voile.

La protection supérieure est constituée d'un géospaceur de type Sika® Protection Fondation.

Le remblayage a été réalisé à l'avancement.

Les éléments constatés lors de ce chantier test n'appellent pas d'observations particulières de la part des membres de la commission.



Pose de lé de géocomposite SikaProof® P-12 en extrados de voiles

3. Avis du GT n° 9 de l'AFTES

Le 28 mai 2018, le Groupe de Travail n°9 de l'association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFTES) a émis un avis favorable à l'utilisation des systèmes d'étanchéité SikaProof® P-12.

Cet Avis d'Experts AFTES couvre les utilisations suivantes en tranchées couvertes (avec ou sans pression d'eau) pour :

- l'étanchement (post-appliqué) des piédroits ou voiles de tranchées couvertes sans limite d'emprise,
- l'étanchement (post-appliqué) des dalles de couverture (avec ou sans limite d'emprise).

Le cahier de pose du système d'étanchéité SikaProof® P-12 devra être suivi scrupuleusement.

Une attention particulière devra être faite sur la réception des supports, conformément aux spécifications du présent avis.

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 groupe de travail n°9 de l'AFTES.

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 caduque 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 : téléphone : 04.72.14.34.00.