

AVIS TECHNIQUE CETU

ETANCHEMENT DES OUVRAGES SOUTERRAINS

AT n° 21-09 R

Validité du : 06 / 03 / 2024

au : 05 / 03 / 2029

NOM DU PROCEDE : EUROFLEX V

-

ENTREPRISE : IMPER ITALIA SRL

Le procédé d'étanchéité **EUROFLEX V** appartient à la famille des **géomembranes synthétiques** (GMB-S). Il est constitué par une géomembrane en PVC-P homogène translucide EUROFLEX V CRY-AB de 2,0 mm d'épaisseur posée en indépendance et, lorsque nécessaire, recouverte d'une membrane de protection supérieure en PVC-P homogène ECOFLEX V PT de 2,0 mm d'épaisseur également.

En tunnel et en tranchée avec limite d'emprise, la géomembrane EUROFLEX V CRY-AB est soudée sur des rondelles de PVC-P fixées mécaniquement au support, préalablement recouvert d'un géotextile de protection inférieure.

En tranchée couverte sans limite d'emprise, en radier et en dalle supérieure, la géomembrane est déroulée en indépendance sur un géotextile de protection inférieure.

Les lés sont soudés entre eux préférentiellement par machine automatique permettant de réaliser une double soudure et un canal central.

En fonction des ouvrages, un compartimentage est prévu soit à l'aide de profilés PVC-P, soit de tôles colaminées compatibles.

Le présent document annule et remplace le précédent AT CETU n°17-001 à compter du 06/03/24.

Historique :

AT CETU n°17-001 (demande initiale)

Validité du 12/06/17 au 11/06/2022

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 - IDENTIFICATION DU PROCEDE	2
1.1 Renseignements commerciaux.....	2
1.2 Définition, constitution et composition du procédé	2
1.3 Domaines d'application – Limites et précautions d'emplois.....	4
1.3.1 Domaine d'emploi.....	4
1.3.2 Supports acceptés.....	5
1.3.3 Protections de la géomembrane d'étanchéité	6
1.4 Dispositions prises par l'entreprise pour assurer la qualité de fabrication.....	8
1.5 Mise en œuvre du procédé EUROFLEX V.....	8
1.5.1 Transport et stockage.....	8
1.5.2 Conditions de mise en œuvre	8
1.5.3 Mise en œuvre proprement dite.....	8
1.6 Prise en compte des exigences essentielles.....	9
1.7 Références sur le domaine d'emploi visé.....	9
CHAPITRE 2 - ESSAIS REALISES SUR LE PROCEDE.....	10
2.1 Essais de caractérisation	10
2.2 Essais pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage	10
CHAPITRE 3 - AVIS DE LA COMMISSION	14
3.1 Exigences générales.....	14
3.1.1 Epaisseur	14
3.1.2 Etanchéité	14
3.1.3 Caractéristiques en traction	14
3.1.4 Caractéristiques au poinçonnement statique	14
3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre.....	15
3.2.1 Appréciation à l'adaptation du support.....	15
3.2.2 Soudabilité.....	15
3.2.3 Membrane de protection supérieure	15
3.3 Exigences liées à la durabilité.....	15
3.4 Sécurité – hygiène	15
3.5 Conclusions	16
3.5.1 Appréciation sur le domaine d'emploi	16
3.5.2 Contrôle de la conformité de fabrication – Système Qualité.....	16
3.5.3 Mise en œuvre.....	16
3.5.4 Aptitude à la réparation.....	17
3.6 Autres retours d'expérience	17

CHAPITRE 1 - IDENTIFICATION DU PROCÉDE

1.1 Renseignements commerciaux

Le procédé **EUROFLEX V** est commercialisé sur le territoire Français par :

IMPER ITALIA SRL
Via Volta 9 – 10079 MAPPANO (TO)
ITALIA
Téléphone : 0039 011.2225.499
www.imper.it

La géomembrane synthétique d'étanchéité **EUROFLEX V CRY-AB** et la membrane de protection **ECOFLEX V PT** sont fabriquées dans l'usine Marano Ticino en Italie :

IMPER ITALIA SRL
Via Sempione, 8
28040 MARANO TICINO (NO)
ITALIA

Propriété industrielle et commerciale :

La géomembrane **EUROFLEX V CRY-AB** et la membrane **ECOFLEX V PT** (évaluées par le présent document) sont des marques déposées par **IMPER ITALIA SRL** qui a l'entière propriété des produits.

Autres éléments du procédé (non évalués) : tôles colaminées, profilés de compartimentage et pipettes d'injection de marque **IMPER ITALIA SRL**.

1.2 Définition, constitution et composition du procédé

Le procédé d'étanchéité **EUROFLEX V** fait partie de la famille des procédés d'étanchéité à base de géomembrane synthétique en PVC-P (ou DEG, Dispositif d'Etanchéité par Géomembrane), telle que définie dans l'article 8.1 du Fascicule 67 titre III du CCTG. Il comprend :

TABLEAU 1 - Composition du procédé **EUROFLEX V**

Produits entrants dans la composition du procédé	Evalués par le présent AT CETU	Non évalués par le présent AT CETU (*)
Une géomembrane synthétique d'étanchéité en PVC-P translucide EUROFLEX V CRY-AB , de 2,0 mm d'épaisseur minimum. Le conditionnement standard est en rouleau de 25 m x 2,10 m. D'autres conditionnements en rouleaux de 2,10 m de large sont possibles.	X	
Une membrane de protection en PVC-P ECOFLEX V PT , de 2,0 mm d'épaisseur minimum. Le conditionnement standard est en rouleau de 25 m x 2,10 m. D'autres conditionnements en rouleaux de 2,10 m de large sont possibles.	X	

Des rondelles de fixation avec renforcement métallique incorporé. Il en existe de plusieurs formes mais toutes doivent avoir la même nature chimique compatible avec la géomembrane et répondre aux exigences fixées dans la Recommandation GT9R7F1 de l'AFTES (publiées dans la revue TOS n°138 – en cours de révision à la date de publication du présent AT). Sachant que les rondelles de fixation sont produites par plusieurs fabricants, elles ne sont pas prises en compte dans le présent avis technique.		X
Des profilés de compartimentage de marque IMPER ITALIA, en PVC translucide et répondant aux exigences fixées dans la recommandation GT9R5F1 de l'AFTES (publiées dans la revue TOS n° 130 – en cours de révision à la date de publication du présent AT). Il en existe de plusieurs formes et ont toutes la même nature chimique compatible avec la géomembrane synthétique EUROFLEX V CRY-AB. Sachant que les profilés de compartimentage sont produits par plusieurs fabricants, ils ne sont pas pris en compte dans le présent avis technique.		X
Des tôles colaminées PVC IMPER ITALIA , en acier galvanisé, de différentes formes et largeurs, servant à des arrêts d'étanchéité ou au compartimentage en dalle supérieure. Il en existe de plusieurs formes et ont toutes la même nature chimique compatible avec la géomembrane synthétique EUROFLEX V CRY-AB. Sachant que les tôles colaminées sont produites par plusieurs fabricants, elles ne sont pas prises en compte dans le présent avis technique.		X
Des pipettes en PVC IMPER ITALIA servant de dispositif d'injection des compartiments. Sachant que les pipettes en PVC sont produites par plusieurs fabricants, elles ne sont pas prises en compte dans le présent avis technique.		X
Des géotextiles de protection (inférieure et supérieure) répondant aux exigences fixées dans la recommandation GT9R19F1 (cf. Tableau 6). Sachant que les géotextiles de protection sont produits par plusieurs fabricants, ils ne sont pas pris en compte dans le présent avis technique. Il appartient au maître d'œuvre de faire vérifier les caractéristiques physico-mécaniques des géotextiles et en particulier la classe de poinçonnement dynamique du procédé complet (cf. Tableaux 8, 9 et 10).		X

(*) Il appartient au maître d'œuvre de vérifier la compatibilité de tous les produits accessoires non évalués dans le présent AT avec la géomembrane synthétique EUROFLEX V CRY-AB.

TABLEAU 2 - Spécifications de fabrication des produits visés

Produit (***)	Caractéristiques	VNAP (*)	Plage de variation (**)
Géomembrane synthétique EUROFLEX V CRY-AB	Épaisseur	2,1 mm	[2,0 ; 2,3]
	Masse surfacique	2500 g/m ²	[2375 ; 2750]
Membrane ECOFLEX V PT	Épaisseur	2,0 mm	[1,9 ; 2,2]
	Masse surfacique	2700 g/m ²	[2565 ; 2970]

* VNAP : Valeur Nominale Annoncée par le Producteur

** Plage de variation annoncée par le Producteur

** Pour les essais initiaux de type, les géomembranes et membranes présentées ont une épaisseur inférieure ou égale à la VNAP.

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

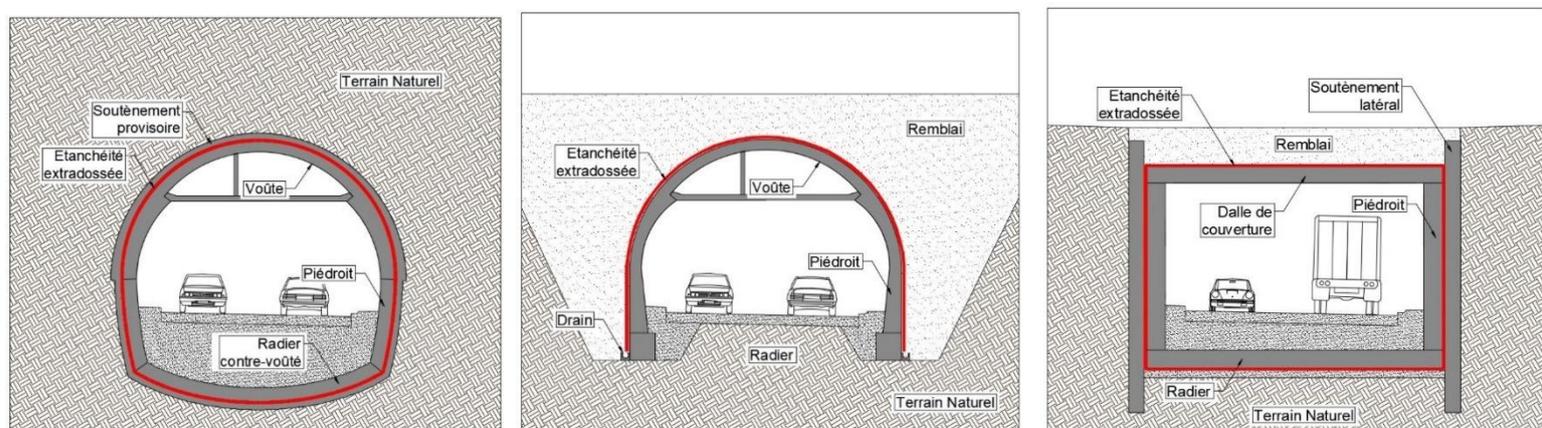
1.3.1 Domaine d'emploi

Dans le cadre de cet avis technique, le procédé d'étanchéité **EUROFLEX V** peut être utilisé pour la réalisation d'étanchéité d'ouvrage enterrés tels que :

- Tunnels et galeries creusés ou forés,
- Tranchées couvertes sans ou avec limite d'emprise,
- Cuvelage d'ouvrages de génie-civil enterrés,
- Parkings souterrains (hors emprise bâtiments).

La mise en œuvre du procédé d'étanchéité **EUROFLEX V** peut être complète dans le cas d'ouvrage soumis à des pressions hydrauliques (nappe phréatique...), ou partielle dans le cas d'une étanchéité « parapluie » (ouvrage soumis à des eaux d'infiltration).

FIGURE 1 – Exemples de schémas de principe du domaine d'emploi (non exhaustifs)



La composition complète du procédé et son domaine d'emploi est résumée dans le tableau 4 ci-après.

TABLEAU 4 - Composition et domaine d'emploi du procédé EUROFLEX V

Éléments du procédé	Tunnel	Tranchée avec limite d'emprise (TALE)	Tranchée sans limite d'emprise (TSLE)		Dalle supérieure
			Radier	Piédroits	
Géotextile de protection inférieure	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Géomembrane synthétique EUROFLEX V CRY-AB	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Membrane ECOFLEX V PT (protection supérieure)	Oui localement **	Oui	Oui	Oui	Oui
Protection complémentaire (chape béton) *	Oui (en radier)	Oui (en radier)	Oui	Non	Oui
Rondelles de fixation	Oui	Oui	Non	Éventuel	Éventuel
Profilés de compartimentage	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

* Sous radier d'ouvrages et en cas de remblaiement sur une hauteur inférieure à 50 cm, une protection complémentaire doit être mise en œuvre (cf. Tableaux 8, 9 et 10).

** En tunnel, la membrane de protection supérieure ECOFLEX V PT n'est mise en œuvre que dans les cas de mise en place d'armatures dans le revêtement et systématiquement au droit des masques de bétonnage.

1.3.2 Supports acceptés

Le procédé d'étanchéité **EUROFLEX V** est mis en œuvre à l'**extrados** des ouvrages souterrains dont le support du procédé d'étanchéité est le suivant :

TABLEAU 5 – Domaine d'emploi et type de support rencontré

Type d'ouvrages souterrains	Type de support rencontré
Tunnels creusés (DEG appliqué entre le soutènement et le revêtement)	<ul style="list-style-type: none"> béton projeté avec ou sans fibres support métallique (cintre et tôles d'enfilage) béton de propreté pour l'étanchéité du radier
Tunnels forés (DEG appliqué entre les voussoirs et un deuxième anneau en béton) – Cas rare	<ul style="list-style-type: none"> voussoir en béton armé
Tranchées couvertes sans limite d'emprise (DEG appliqué entre la structure béton et le remblai)	<ul style="list-style-type: none"> béton armé béton de propreté pour l'étanchéité du radier
Tranchées couvertes avec limite d'emprise (DEG appliqué entre le soutènement et la structure béton ou entre la structure et le remblai)	<ul style="list-style-type: none"> béton armé ouvrages de soutènement (cf. liste des écrans de soutènement cités au chapitre 1 de la norme NF P94-282) tels que parois moulées, parois au coulis, palplanches métalliques, béton projeté avec ou sans fibres, berlinoises bois... béton de propreté pour l'étanchéité du radier
Ouvrages de génie civil enterrés autres que les ouvrages linéaires précités	<ul style="list-style-type: none"> le support du procédé d'étanchéité est respectivement identique à celui des tunnels creusés ou celui des tranchées couvertes décrit ci-dessus.

Le support doit faire l'objet d'une préparation conformément aux spécifications de l'article 9 du Fascicule 67 titre III et à la recommandation GT9R19F1.

TABLEAU 6 – Spécifications relatives au support

Nature du support							
BETON					SOUTÈNEMENT METALLIQUE (cintres, boulons, palplanches avec matériaux de remplissage)	COULIS BENTONITE / CIMENT (PAC)	
Délai de séchage minimal du béton	Teneur en eau maximale (humidité massique)	Béton coulé Béton préfabriqué	Béton projeté (fibré ou non) Paroi moulée		Désaffleurement entre éléments béton	Désaffleurement entre éléments métalliques	Pour paroi de soutènement de TALE
		Planéité P(n) selon FD P18-503	Profondeur des défauts (reliefs ou creux)	Rugosité (PM)			
2 jours	Non ruisselant, pas de stagnation d'eau	≤ 6 mm ≤ 15 mm P(1)	Inférieure à la ½ largeur du défaut (avec un max de 35 cm)	PMp ≤ 15 mm PMv ≤ 20 mm	≤ 50 cm	≤ 50 mm	Admis

1.3.3 Protections de la géomembrane d'étanchéité

La composition du procédé d'étanchéité **EUROFLEX V** varie en fonction de l'ouvrage réalisé. La membrane d'étanchéité EUROFLEX V CRY-AB pourra ainsi être accompagnée :

- D'une protection inférieure de type géotextile anti-poinçonnant,
- D'une protection supérieure de type membrane PVC,
- D'une protection complémentaire de type chape en béton armé

1.3.3.1 Caractéristiques physico-mécaniques minimales des géotextiles à utiliser

Les caractéristiques du géotextile de protection inférieure ne sont pas vérifiées au titre de la procédure d'Avis Technique. Il appartient au Maître d'œuvre de vérifier leur conformité vis-à-vis des exigences fixées dans la Recommandation GT9R19F1 de l'AFTES et de faire réaliser, si nécessaire, les essais correspondants.

TABLEAU 7 – Caractéristiques minimales des géotextiles à utiliser

Masse surfacique (g/m ²) NF EN ISO 9864	700	1000	1200
Epaisseur résiduelle en compression (mm) NF EN ISO 9863-1 (sous 200 kPa pendant 2 heures)	Sans objet	Sans objet	4.5
Poinçonnement statique (kN) NF P 84507 (poinçon cylindrique – essai à réaliser sur géotextile seul)	0.7	1	1.2
Allongement à la force maxi (%) NF EN ISO 10319 (Sens Transversal et Production)	60	60	60
Résistance à la traction (kN/ml) NF EN ISO 10319 (Sens Transversal et Production)	12	16	20

1.3.3.2 Cas des ouvrages de type des tunnels creusés

TABLEAU 8 – Type de protection en tunnels creusés

Type de protection	Nature du support			
	Radier de tunnel	Soutènement de tunnel		
	Béton de propreté	Béton projeté non fibré Béton projeté fibré synthétique	Profilés métalliques (cintres...)	Béton projeté fibré métallique
Protection inférieure	Géotextile 700 g/m ²	Géotextile 700 g/m ²	Géotextile 1000 g/m ²	Géotextile 1200 g/m ²
Protection supérieure	ECOFLEX V PT	ECOFLEX V PT localement*	ECOFLEX V PT localement*	ECOFLEX V PT localement*
<i>Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 2</i>				
Protection complémentaire	6 cm de béton (ou dispositif équivalent)	-	-	-

* En tunnel, la membrane de protection supérieure ECOFLEX V PT n'est mise en œuvre que dans les cas de mise en place d'armatures dans le revêtement et systématiquement au droit des masques de bétonnage.

1.3.3.3 Cas des ouvrages de type tranchées couvertes avec étanchéité revêtu de béton

TABLEAU 9 – Type de protection en tranchée couverte non remblayée

Type de protection	Nature du support			
	Radier (TSLE ou TALE)	Soutènement latéral (TALE)		
	Béton de propreté	Béton coulé et préfabriqué Béton projeté non fibré Béton projeté fibré synthétique Parois moulées rabotées Paroi à coulis (PAC)	Parois berlinoises Parois moulées non rabotées Rideau de palplanches (avec remplissage des ondes)	Béton projeté fibré métallique
Protection inférieure	Géotextile 700 g/m ²	Géotextile 700 g/m ²	Géotextile 1000 g/m ²	Géotextile 1200 g/m ²
Protection supérieure	ECOFLEX V PT	ECOFLEX V PT	ECOFLEX V PT	ECOFLEX V PT
Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 2				
Protection complémentaire	6 cm de béton (ou dispositif équivalent)	-	-	-

1.3.3.4 Cas des ouvrages de type tranchées couvertes avec étanchéité remblayée

TABLEAU 10 – Type de protection en tranchée couverte remblayée

TYPE DE PROTECTION	NATURE (*) ET HAUTEUR DU REMBLAI		
	Remblai sur couverture (TSLE ou TALE) et voiles (TSLE)		
	Remblai ≤ 0,50 m Matériaux de remblai roulés ou concassés avec D _{max} ≤ 200 mm (classes S, G, VC et R)	Remblai > 0,50 m Matériaux de remblai roulés avec D _{max} ≤ 100 mm (classe VC2) ou D _{max} ≤ 63 mm (classes S, G et R)	Remblai > 0,50 m Matériaux de remblai concassés avec D _{max} ≤ 200 mm sur les 2 premiers mètres (classes VC et R)
Protection inférieure	Géotextile 700 g/m ²	Géotextile 700 g/m ²	Géotextile 700 g/m ²
Protection supérieure	ECOFLEX V PT	ECOFLEX V PT	2 x ECOFLEX V PT ou 2 x Géotextile 1200 g/m ²
	Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 2		Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 0
Protection complémentaire	Ouvrage cadre Sur dalle de couverture : 6 cm de béton	Ouvrage voûte (*) 6 cm de béton au droit de la zone concernée	-
	+ Grillage avertisseur dans le remblai		

* La classification des matériaux de remblai est définie conformément au nouveau Guide des Terrassements Routiers (IDDRIM / CEREMA – mai 2023), couramment appelé GTR, pour la réalisation des remblais et couches de forme de chaussées (sols à tendance sableuse de classe S, sols à tendance graveleuse de classe G, sols blocailleux de classe VC et matériaux rocheux de classe R).

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

La géomembrane synthétique EUROFLEX V CRY-AB et la membrane de protection ECOFLEX V PT sont fabriquées dans l'usine IMPER ITALIA de Marano Ticino (Italie) par co-extrusion et calandrage.

La société IMPER ITALIA est certifiée ISO 9001 / 2008 (certificat BV n°209 130) pour ses activités.

Dans le cadre du marquage CE, l'usine est certifiée pour son Contrôle de Production en Usine (certificat Bureau Veritas n° 1370-CPR-1210) selon l'EN 13 491.

Les rouleaux portent sur l'emballage une étiquette d'identification de fabrication (indication codifiée).

1.5 Mise en œuvre du procédé EUROFLEX V

La société IMPER ITALIA dispose d'un cahier des charges de pose (référence « Cahier de prescriptions de pose – Waterproofing Natural and Artificial Tunnel – EUROFLEX V ») édité en 02/24. Les prescriptions suivantes y sont extraites.

1.5.1 Transport et stockage

Le stockage de la géomembrane synthétique EUROFLEX V CRY-AB et de la membrane de protection ECOFLEX V PT doit être réalisé horizontalement, dans un endroit sec, à l'abri du soleil et des intempéries. Il est conseillé de conserver le produit dans son emballage d'origine sur une plateforme plane et propre.

1.5.2 Conditions de mise en œuvre

- Conditions normales de mise en œuvre et de soudure : entre +0°C et +30°C et à l'abri des venues d'eau (pluie pour les tranchées couvertes, venues d'eau en tunnel etc.).

- Conditions limites de mise en œuvre et de soudure : entre -2°C et +40°C

1.5.3 Mise en œuvre proprement dite

1.5.3.1 Pose

La géomembrane EUROFLEX V CRY-AB est posée en indépendance. Ce mode de pose présente l'avantage de rendre l'étanchéité indépendante de la fissuration de béton et moins sensible aux éventuelles infiltrations d'eau du support survenant pendant la mise en œuvre.

L'assemblage est réalisé par recouvrement d'au moins 5 cm et soudure thermique. Toutefois il est recommandé de prévoir une largeur de recouvrement de 10 cm.

Les jonctions par collage ou soudure chimique sont proscrites.

1.5.3.2 Soudures

La jonction des lès de la géomembrane se fait exclusivement par soudure thermique à air chaud ou coins chauffants ; soit par machines à souder automatique permettant de réaliser une double soudure et un canal central (type Leister, ou similaires), soit par machine manuelle pour les zones peu accessibles, les raccords ponctuels, etc.... (type Leister ou similaires).

1.5.3.3 Compartimentage

Le compartimentage des zones est réalisé à l'aide de profilés spécialement conçus pour être ancrés dans les parois béton et sur lesquels la membrane est soudée. Ces dispositifs sont destinés à localiser les fuites accidentelles de la géomembrane et de rétablir l'étanchéité de la zone incriminée, par injection de résine.

Les compartiments devront être réalisés conformément au Fascicule 67 titre III. Les surface des compartiments devront être limitées à :

- 350 m² si l'ouvrage est hors pression hydrostatique ;
- 250 m² lorsque l'ouvrage est soumis à une pression hydrostatique comprise entre 0 et 3 MPa ;
- 200 m² si la pression hydrostatique dépasse 3 MPa.

1.5.3.4 Pipettes d'injection

Les pipettes d'injection permettent de vérifier et éventuellement de réparer les systèmes d'étanchéité. Elles sont équipées d'une base circulaire à souder sur la membrane et d'un support pour la fixation des raccords pour injection de résine. Le soudage des pipettes à la membrane s'effectue à l'aide d'une soudeuse manuelle à air chaud.

1.6 Prise en compte des exigences essentielles

Le procédé 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 pour les produits de construction.

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

Sur l'ouvrage en service, les constituants de l'étanchéité ne portent pas préjudice à l'hygiène, la santé et l'environnement.

1.7 Références en France sur le domaine d'emploi visé

Le procédé EUROFLEX V n'a pas été utilisé récemment en France.

Toutefois, le producteur peut présenter une liste de références réalisées en Italie aux Maîtres d'œuvre qui le souhaiteraient.

CHAPITRE 2 - ESSAIS REALISES SUR LE PROCEDE

2.1 Essais de caractérisation

TABLEAU 11 - Caractéristiques d'identification de la géomembrane et de la membrane de protection supérieure

Caractéristiques d'identification (selon les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre 2.2)	Unité	Géomembrane			Membrane de protection supérieure		
		VNAP *	Limites admissibles **	PV ***	VNAP *	Limites admissibles **	PV ***
Epaisseur	mm	2,1	[2,0 ; 2,3]	2,1	2,0	[1,9 ; 2,2]	2,0
Masse surfacique	g/m ²	2500	[2375 ; 2750]	2560	2700	[2565 ; 2970]	2605
Masse volumique	Kg/m ³	1200	[1164 ; 1236]	1220	Non demandé		
Dureté Shore A	-	80	[75,2 ; 84,8]	80	80	[75,2 ; 84,8]	84
Nature chimique	-	PVC-P	-	-	Non demandé		
Nature du plastifiant	-	DINP	-	DINP	Non demandé		
Caractéristiques en traction à la rupture (Sens production) :							
• Contrainte	MPa	17	≥ 15,3	19,8	10	≥ 9	18,3
• Résistance	kN/m	34	≥ 28	41,8	20	≥ 18	36,5
• Déformation	%	300	≥ 270	311	200	≥ 200	258
Caractéristiques en traction à la rupture (Sens transversal) :							
• Contrainte	MPa	17	≥ 15,3	19,3	10	≥ 9	14,9
• Résistance	kN/m	34	≥ 28	40,7	20	18	29,2
• Déformation	%	300	≥ 270	331	200	≥ 200	237

* VNAP : Valeur Nominale Annoncée par le Producteur

** Limites admissibles : Plage de Variation annoncée par le Producteur, éventuellement diminuée par les spécifications du référentiel « Géomembrane synthétique »

*** PV : Procès-Verbal d'essais réalisés par un laboratoire extérieur (§2.2)

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

Pour cette évaluation la Société IMPER ITALIA 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'étanchéité par géomembrane synthétique (version n°3 du 14/12/2016).

TABLEAU 12 – Références des essais d'évaluation de la géomembrane

Exigences demandées		Méthode d'essai	Laboratoire d'essai et références du PV
1/ Exigences générales :			
1.1	Type : Géomembrane PVC-P	-	
1.2	Epaisseur moyenne (mm)	NF EN 1849-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
1.3	Étanchéité à l'eau	EN 14150	IRSTEA PV 16.052/01 du 10/11/16
1.4	Caractéristiques en traction à la rupture :		
1.4.1	Contrainte	NF EN 12311-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
1.4.2	Résistance (kN/m)		
1.4.3	Déformation (%)		
1.5	Caractéristiques en poinçonnement statique :		
1.5.1	Résistance (N)	NF P84-507	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
1.5.2	Déplacement (mm)		
1.6	Retrait libre (%)	EN 1107	Cerema Centre-Est PV U014G du 13/03/17
2/ Exigences relatives à la mise en œuvre :			
2.1	Planéité (cm)	EN 1848-2	Cerema Centre-Est PV U014G du 13/03/17
2.2	Translucidité	EN 410	CSTB PV EMI 16-26063893 du 19/08/2016
2.3	Aspect	EN 1850-2	Cerema Centre-Est PV U014G du 13/03/17
2.4	Largeur (mm)	EN 1848-2	Cerema Centre-Est PV U014G du 13/03/17
2.5	Rectitude	EN 1848-2	Cerema Centre-Est PV U014G du 13/03/17
2.6	Soudabilité entre lés et entre lés et accessoires (profilé de compartimentage IMPER ITALIA « Série waterstop CMP 4 TV »)		
2.6.1	Résistance au pelage	NF P84-502-2	Cerema Centre-Est PV B019S du 04/12/23
2.6.2	Résistance au cisaillement	NF P84-502-1	
2.7	Souplesse à basse température	EN 495-5	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23

Exigences demandées		Méthode d'essai	Laboratoire d'essai et références du PV
3/ Exigences relatives à la durabilité :			
3.1	Résistance aux micro-organismes :		
3.1.2	Essai de croissance	EN 846	ITECH PV 23/093/AT/PRT du 16/10/23
3.1.3	Essai fongistatique		
3.2	Résistance à l'immersion dans l'eau :		
3.2.1	Vieillessement accéléré : perte de poids (%)	NF P84-509	Cerema Centre-Est PV U014G du 13/03/17
3.2.2	Vieillessement au long terme : <ul style="list-style-type: none"> • perte de poids (%) • diminution résistance (%) 		
3.2.3	Résistance à l'immersion dans l'eau (pour usage spécifique)		
3.3	Déshydrochloruration (pour usage spécifique)	Essai non réalisé (Cf. Domaine d'emploi)	
4/ Exigences liées à l'hygiène/sécurité/environnement :			
4.1	Réaction au feu (classement selon la NF EN 13501-1)	NF EN ISO 11925-2	CSTB rapport RA23-0160 du 15/09/23
5/ Caractéristiques d'indentifications (CIR) – Ecart sur VNAP (Cf. §2.1) :			
5.1	Epaisseur moyenne (mm)	NF EN 1849-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
5.2	Masse surfacique	NF EN 1849-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
5.3	Masse volumique	EN ISO 1183-1 a	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
5.4	Dureté Shore A	ISO 868	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
5.5	Plastifiant : <ul style="list-style-type: none"> • pourcentage • nature 	-	ITECH PV 23/096/AT/30 du 16/10/23
5.6	Résistance à la rupture en traction	NF EN 12311-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23

TABLEAU 13 - Références des essais d'évaluation de la membrane de protection supérieure

Exigences demandées		Méthode d'essai	Laboratoire d'essai et références
1/ Exigences générales :			
1.1	Type : Membrane PVC	-	
1.2	Epaisseur moyenne (mm)	NF EN 1849-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23

Exigences demandées		Méthode d'essai	Laboratoire d'essai et références
1.3	Masse surfacique (g/m ²)	NF EN 1849-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
1.4	Caractéristiques en traction à la rupture :		
1.4.1	Contrainte (MPa)	NF EN 12311-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
1.4.2	Résistance (kN/m)		
1.4.3	Déformation (%)		
1.5	Caractéristiques en poinçonnement statique :		
1.5.1	Résistance (kN)	NF P84-507	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
1.5.2	Déplacement (mm)		
2/ Exigences relatives au DEG :			
2.1	Résistance au poinçonnement dynamique (sur le procédé complet)	NF P84-507	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
3/ Caractéristiques d'indentifications (CIR) : Ecart sur VNAP (Cf. §2.1)			
2.1	Epaisseur moyenne (mm)	NF EN 1849-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
2.2	Masse surfacique (g/m ²)	NF EN 1849-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
2.3	Masse volumique (g/cm ³)	EN ISO 1183-1 a	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
2.4	Dureté Shore A	ISO 868	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23
2.5	Résistance à la rupture en traction	NF EN 12311-2	Cerema Centre-Est PV B004G du 04/12/23

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.**

Le 4/4/2024
(Signature + logo)

IMPER ITALIA SRL
Via Rita Atria, 9
10079 - Mappano (TO)
P. IVA 03764530014

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

Documents de références : fascicule 67 titre III du CCTG, guide pour l'instruction d'une demande d'avis technique, référentiel géomembrane Version n° 3 du 14 décembre 2016 et dossier technique à l'appui de la demande d'avis.

Nota : L'appréciation est faite dans un contexte d'utilisation standard. Pour des ouvrages exceptionnels (nucléaires, grande profondeur...), consulter le Secrétariat de la Commission.

3.1.1 Epaisseur

L'épaisseur est conforme aux spécifications du référentiel (≥ 2 mm).

3.1.2 Etanchéité

Elle est satisfaisante dans les conditions de l'essai fait conformément à la norme NF EN 14150 sous une pression de 200 kPa.

3.1.3 Caractéristiques en traction

Elles sont conformes aux spécifications du référentiel :

Sens production :

- 41,8 kN/m pour la résistance à la rupture (le référentiel spécifie ≥ 28 KN/m) ;
- 19,8 MPa pour la contrainte à la rupture (le référentiel spécifie ≥ 14 MPa) ;
- 311 % de déformation à la force maximum (le référentiel spécifie > 270 %).

Sens transversal :

- 40,7 kN/m pour la résistance à la rupture (le référentiel spécifie ≥ 28 KN/m) ;
- 19,3 MPa pour la contrainte à la rupture (le référentiel spécifie ≥ 14 MPa) ;
- 331 % de déformation à la force maximum (le référentiel spécifie > 270 %).

3.1.4 Caractéristiques au poinçonnement statique

Elles sont conformes aux spécifications du référentiel :

- 552 N pour la résistance maximale (le référentiel spécifie > 400 N).

3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre

3.2.1 Appréciation à l'adaptation du support

Sous réserve d'une préparation du support conforme aux spécifications de l'article 9 du Fascicule 67 titre III et aux recommandations de l'AFTES, le procédé EUROFLEX V est apte à être appliqué pour tous les ouvrages souterrains courants.

3.2.2 Soudabilité

3.2.2.1 Entre lés de géomembrane

Les résultats sont conformes aux spécifications du guide pour l'instruction d'une demande d'avis technique.

3.2.2.2 Entre la géomembrane et le profilé de compartimentage

Les résultats sont conformes aux spécifications figurant dans la recommandation GT9R5F1 de l'AFTES (publiée dans la revue TOS n° 130 – en cours de révision à la date de publication du présent AT).

3.2.3 Membrane de protection supérieure

La membrane de protection ECOFLEX V PT, associée à la géomembrane EUROFLEX V CRY-AB et un géotextile de protection inférieure de 700 gr/m², confère au procédé une résistance au poinçonnement dynamique de classe 2. Pour cela, la membrane de protection, la géomembrane et le géotextile répondent aux spécifications minimales figurant dans les tableaux précédents. Nous rappelons qu'une protection minimale de classe 2 est conforme au Fascicule 67 titre III. Néanmoins, nous préconisons la mise en œuvre d'un géoespaceur au niveau des masques d'about de coffrage le cas échéant.

Dans le cas d'une application sur un ouvrage destiné à recevoir du remblai, une protection renforcée de la géomembrane peut être nécessaire (classe 0 du complexe) en fonction de l'agressivité des matériaux de remblai (cf. tableau 10).

3.3 Exigences liées à la durabilité

L'évaluation de la croissance des micro-organismes suivant la norme NF EN ISO 846 (méthode A – essai de croissance fongique) n'a pas mis en évidence de développement de micro-organisme sur de la géomembrane EUROFLEX V CRY.

L'évaluation de la résistance à l'immersion à court terme suivant la norme NF P 84-509 à n'a pas mis en évidence de perte gravitaire de la géomembrane EUROFLEX V CRY. Le résultat de l'essai est égal à 0.1 % qui est inférieur au 1 % du référentiel.

3.4 Sécurité – hygiène

Les procès-verbaux d'essais sur le comportement au feu de la géomembrane EUROFLEX V CRY-AB et de l'écran de protection ECOFLEX V PT réalisés selon la norme NF EN ISO 11925-2 (essai « petite flamme ») montrent que la géomembrane et la membrane sont de classe E selon la norme NF EN 13501. L'essai ayant été réalisé sur une durée de 60 s au lieu de 15 s, la géomembrane et

la membrane présente même un classement E + conformément à la Recommandation GT9R18F1 de l'AFTES (publiées dans la revue TES n° 219 – en cours de révision à la date de publication du présent AT).

Nota : Outre les dispositions préconisées par le demandeur dans le paragraphe 1.4, il appartient à l'entrepreneur de fournir au Maître d'Œuvre un Plan de Prévention de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) décrivant les procédures de sécurité à mettre en œuvre pendant la phase travaux.

3.5 Conclusions

L'ensemble des essais d'évaluation indique que le procédé répond aux spécifications fixées par le Fascicule 67 titre III et la liste des essais cités dans le tableau des spécifications des matériaux pour les géomembranes PVC-P version n°3 14/12/2016 du CETU.

3.5.1 Appréciation sur le domaine d'emploi

Compte tenu des essais d'évaluation et des références du procédé, le domaine d'emploi préconisé par IMPER ITALIA (paragraphe 1.3) est validé.

Pour les dalles supérieures des tranchées couvertes avec limites d'emprises et sous pression hydrostatique, il est nécessaire de mettre en œuvre des dispositions constructives au droit de la jonction dalle/soutènement pour éviter à l'eau de contourner le procédé.

3.5.2 Contrôle de la conformité de fabrication – Système Qualité

Il est rappelé que l'Avis Technique est un document mis à la 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.

Toutefois, il appartient au Maître d'Œuvre de vérifier la conformité des géotextiles de protection (voir tableau 6, 7, 8 et 9) et des produits annexes (compartimentage, rondelles...) qui n'est pas évaluée dans le présent AT CETU. La conformité au poinçonnement dynamique du procédé (avec tous ses composants) doit en particulier être vérifiée.

L'Avis se limite à cette appréciation et la procédure ne prévoit pas de suivi de la fabrication pendant la période de validité de l'Avis. 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 & 2. Ainsi, les contrôles de conformité des produits sur chantier seront effectués conformément aux prescriptions du Fascicule 67, titre III (article 4.2) et les paragraphes 1.2 et 2.1 du présent document.

Le paragraphe 2.1 donne 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), et le comportement en service du procédé n'appellent pas d'observations de la part de la Commission.

3.5.3 Mise en œuvre

Il est recommandé que l'applicateur dispose, sur le chantier, du « Cahier de prescriptions de pose – Waterproofing Natural and Artificial Tunnel – EUROFLEX V » (version février 2024) préparé par IMPER ITALIA et fournisse un PAQ de chantier à son client.

La translucidité de la géomembrane, en facilitant les contrôles internes et externes de qualité, contribue à diminuer le nombre de désordres au droit des soudures.

Par ailleurs, IMPER ITALIA dispose d'un Service Technique spécialisé dans le domaine du Génie Civil pour conseiller et apporter une assistance. Les coordonnées de ce service sont disponibles sur le site internet www.imper.it

3.5.4 Aptitude à la réparation

3.5.4.1 Avant la pose du revêtement

En cas d'endommagement ponctuel de la géomembrane ou de défaut de soudure, la réparation se fait facilement par la mise en œuvre de pièces de pontage soudées manuellement.

3.5.4.2 Après la pose du revêtement

Le compartimentage et le dispositif d'injection associé prévus dans ce procédé facilitent la réparation par injection, en cas de venues d'eau.

3.6 Autres retours d'expérience

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 le signaler au Secrétariat de la Commission.

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

Cet avis technique 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 § 1.1 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