
ETANCHEITE D'OUVRAGES SOUTERRAINS

NOM DU PROCEDE : FLAGON BT 20

ENTREPRISE : SOPREMA



Table des matières

CHAPITRE I - FICHE D'IDENTIFICATION.....	4
I.1 -Renseignements commerciaux.....	4
I.2 -Définitions, constitution et composition.....	6
I.3 -Domaines d'application - Limites et précautions d'emploi.....	9
I.3.1 -Tunnels et galeries creusés ou forés.....	9
I.3.2 -Tranchées couvertes et autres ouvrages de génie civil.....	11
I.4 -Processus de fabrication.....	14
I.5 -Conditions particulières de transport, de stockage et de mise en œuvre.....	14
I.5.1 -Transport et stockage.....	14
I.5.2 -Conditions de mise en œuvre.....	15
I.5.3 -Mise en œuvre.....	16
I.5.4 - Contrôles.....	17
I.6 - Prise en compte des exigences essentielles.....	18
I.7 - Références.....	18
I.8 -Dispositions prises par l'entreprise pour assurer la qualité.....	19
CHAPITRE II - ESSAIS DE CARACTERISATION.....	20
II.1 - Eléments de caractérisation.....	20
II.2 - Essais pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage.....	21
CHAPITRE III - AVIS DE LA COMISSION.....	24
III.1 - Aptitude à l'usage.....	24
III.1.1 - Étanchéité.....	24
III.1.2 - Appréciation à l'adaptation du support.....	24
III.1.3 -Caractéristiques physico-mécaniques du procédé.....	25
III.1.4 -Soudabilité.....	25
III.1.5 -Membrane de protection.....	25
III.1.6 - Conclusions.....	26
III.2 -Appréciation sur le domaine d'emploi.....	26
III.3 - Durabilité.....	26
III.4 -Contrôle de la conformité.....	27
III.5 -Mise en œuvre.....	27
III.6 - Aptitude à la réparation.....	28
III.6.1 -Avant la pose du revêtement.....	28
III.6.2 - Après la pose du revêtement.....	28
III.7 -Sécurité.....	28
III.8 - Autres éléments d'appréciation.....	28
III.8.1 -Retour d'expérience.....	28
III.8.2 — Système Qualité.....	29

A V I S T E C H N I Q U E

ETANCHEITE D'OUVRAGES SOUTERRAINS

Avis Technique N° 16-001

Validité du : 31/01/2016
au : 01/02/2021

NOM DU PROCEDE : **FLAGON BT 20**
ENTREPRISE : **SOPREMA**

Le procédé d'étanchéité pour ouvrages enterrés **FLAGON BT 20** est constitué par une géomembrane en PVC-P homogène translucide **FLAGON BT 20** de 2,00 mm d'épaisseur posée en indépendance sur un géotextile **GEOLAND MC** ou équivalent et, lorsque nécessaire, recouverte d'une membrane de protection **FLAGON PZ 19** en PVC-P homogène de 1,90 mm d'épaisseur.

En tunnel et en tranchée avec limite d'emprise, la géomembrane **FLAGON BT 20** est soudée sur des rondelles de PVC-P fixées mécaniquement au support, préalablement recouvert d'un géotextile **GEOLAND MC** ou équivalent.

En tranchée sans limite d'emprise, en radier et en dalle supérieure, la géomembrane est déroulée en indépendance sur un géotextile **GEOLAND MC** ou équivalent.

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

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

Dans le cadre de projets spécifiques, le système **VACUUM** permet, avec l'ajout d'une membrane **FLAGON BT/ST 20**, la création de compartiments contrôlables (contrôle surfacique) par vide d'air, durant la mise en œuvre et durant toute la vie de l'ouvrage. Si nécessaire, ce système apporte aussi des facilités de réparation. Cette version est à privilégier dans les zones soumises à des phasages de mise en œuvre et à une pression hydrostatique.

Ce document annule et remplace l'Avis Technique n° 10-001.

Ce document ne peut être reproduit, même partiellement, sans le consentement du CETU

CHAPITRE I - FICHE D'IDENTIFICATION

1.1 - RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX

Le procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** est commercialisé par :

SOPREMA SAS (Gamme CivilRock)
14, rue de Saint Nazaire – CS 60121 – 67025 STRASBOURG Cedex
Tél : +33 3 88 79 84 00 - Télécopie : +33 3 88 79 84 01
www.soprema.fr

La géomembrane **FLAGON BT 20**, les membranes **FLAGON BT/ST 20**, **FLAGON PZ 19** et certains accessoires sont fabriqués par SOPREMA dans son usine :

FLAG Spa (Groupe SOPREMA)
Via industriale dell'Isola n°1
24040 Chignolo d'Isola (BG)
Italie
www.flag.it

En longueur standard (20 ml), la géomembrane **FLAGON BT 20**, les membranes **FLAGON BT/ST 20** et **FLAGON PZ 19** sont commercialisées avec les références produits suivantes :

Produit	Référence
Géomembrane FLAGON BT 20	00050612
Membrane FLAGON BT/ST 20	00050648
Membrane FLAGON PZ 19	00053098

Pour des longueurs spécifiques et adaptées à l'ouvrage, ces références sont modifiées.

Les géotextiles **GEOLAND MC** sont fabriqués par SOPREMA dans son usine :

SOPREMA Group
Av. Alta Ribagorça, 8
25200 Cervera (Lleida)
Espagne

En longueur et largeur standards (2.20 m), les géotextiles **GEOLAND MC** sont commercialisés avec les références produits suivantes :

Produit	Référence
GEOLAND MC 700 (50ml)	00103633
GEOLAND MC 800 (50 ml)	00103639
GEOLAND MC 1000 (40 ml)	00103486
GEOLAND MC 1200 (30 ml)	00103489

Pour des longueurs ou largeurs spécifiques et adaptées à l'ouvrage, ces références sont modifiées.

Propriété industrielle et commerciale :

FLAGON est une marque déposée par FLAG Spa (groupe SOPREMA) qui a l'entière propriété du produit.

Marquage CE :

La géomembrane **FLAGON BT 20** et la membrane **FLAGON BT/ST 20** sont marquées CE suivant les normes EN 13491(certificat 1085-CPR-0012) et EN 13967 (certificat 1085-CPR-0036).

La membrane **FLAGON PZ 19** est marquée CE suivant la norme EN 13491 (certificat 1085-CPR-0012).

Les géotextiles **GEOLAND MC** sont marqués CE suivant les normes EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13252, EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13256, EN 13257 et EN 13265 (certificats 0099-CPR-A42-0101 et 0102).

I.2 - DÉFINITIONS, CONSTITUTION ET COMPOSITION

Le procédé d'étanchéité pour ouvrages enterrés **FLAGON BT 20** fait partie de la famille des étanchéités par géomembrane synthétique en polychlorure de vinyle plastifié (PVC-P), telle que définie dans le Fascicule 67 titre III du CCTG (article 7.4. pour la version de 1992 ou article 8.1. du nouveau Fascicule).

Ce procédé présente deux versions :

- Un système de base qui correspond à la solution monocouche (voir composition en tableau I).
- Un système **VACUUM** qui complète le système de base avec la superposition d'une membrane structurée sur la géomembrane offrant ainsi des possibilités de contrôles supplémentaires sur la totalité de la surface durant toutes les phases du projet ainsi que des solutions de réparation facilitées (voir composition en tableau II).

Le procédé comprend selon les versions définies ci-dessus :

- Une géomembrane PVC-P translucide **FLAGON BT 20**, d'épaisseur 2,0 mm, fabriquée en rouleaux de 2,10 m de largeur et de 20 m de longueur (ou autres longueurs sur demande). Ses spécifications de fabrication sont présentées dans le tableau III.
- Une membrane PVC-P translucide **FLAGON BT/ST 20**, structurée sur une face, d'épaisseur 2,0 mm dans sa partie courante (hors picot), fabriquée en rouleaux de 2,10 m de largeur et de 20 m de longueur (ou autres longueurs sur demande).
- Une membrane PVC-P opaque noire **FLAGON PZ 19** pour la protection du **FLAGON BT 20**, d'épaisseur 1,9 mm, fabriquée en rouleaux de 2,10 m de largeur et de 20 m de longueur (ou autres largeurs et autres longueurs sur demande). Ses spécifications de fabrication sont présentées dans le tableau III.
- Des profilés de compartimentage en PVC translucide répondant aux exigences fixées dans la recommandation AFTES N° GT9R5F1 relative à « L'utilisation et la mise en œuvre d'un compartimentage associé à un dispositif d'étanchéité par géomembrane synthétique » publiée dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n°130 – juillet / août 1995. Il en existe de plusieurs formes (voir tableau IV) suivant les applications souhaitées. CS France propose la gamme ELASTOJOINT GC dont tous les joints sont de nature chimique compatible avec la géomembrane **FLAGON BT 20**. D'autres fournisseurs proposent des produits qui peuvent être utilisés, mais il conviendra de s'assurer de leur compatibilité avec la géomembrane **FLAGON BT 20**.
- Les **tôles colaminées PVC FLAG**, en acier galvanisé, 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.
- Des dispositifs d'injection réalisés soit avec des tubes souples annelés DN 16 ou 18 soit avec des **pipettes PVC FLAG** complétées par des tubes et des raccords adaptés (nécessaires pour le système **VACUUM**).

- Des rondelles PVC de fixation sous forme de disques de 80 mm minimum de diamètre. Il en existe de plusieurs formes mais doivent être de nature chimique compatible avec la géomembrane et répondre aux exigences fixées dans la recommandation AFTES N° GT9R7F1 publiée dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n°138 – novembre / décembre 1996. Ces rondelles ne sont pas prises en compte dans le présent avis technique. Il appartient au Maître d’Œuvre de vérifier la compatibilité de ces rondelles avec la géomembrane et leur conformité.

- Des géotextiles de protection **GEOLAND MC** ou équivalents (protection inférieure et éventuellement protection complémentaire) complètent le procédé. Plusieurs géotextiles de qualité similaire et conformes aux exigences rappelées dans les tableaux V, VI et VII peuvent être utilisés. Le non-respect des caractéristiques exigées pour ces géotextiles entraînerait un risque pour la performance du procédé et sa garantie d’étanchéité. Il appartient au Maître d’Œuvre de vérifier la conformité des géotextiles de protection.

Les compositions des procédés sont résumées dans les tableaux I et II ci-après.

TABLEAU I
Composition du procédé de base

Éléments du procédé	Tunnel	Tranchée avec limite d'emprise	Tranchée sans limite d'emprise		Dalle supérieure
			Radier	Piédroits	
Géotextile de protection inférieure (cf. I.3)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Géomembrane FLAGON BT 20 (étanchéité)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Membrane FLAGON PZ 19 (protection supérieure)	Éventuel (cf. I.3)	Oui	Oui	Oui	Oui
Protection complémentaire*	Éventuel (cf. I.3)	Éventuel (cf. I.3)	Oui	Éventuel (cf. I.3)	Éventuel (cf. I.3)
Rondelles de fixation	Oui	Oui	Non	Éventuel (cf. I.3)	Non
Profilé de compartimentage	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

* En cas de remblaiement sur le procédé d’étanchéité, une protection complémentaire doit être mise en œuvre (cf I.3 Tableau VII).

TABLEAU II
Composition du procédé VACUUM

Éléments du procédé	Tunnel	Tranchée avec limite d'emprise	Tranchée sans limite d'emprise		Dalle supérieure
			Radier	Piédroits	
Géotextile de protection inférieure (cf. I.3)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Géomembrane FLAGON BT 20 (étanchéité)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Membrane FLAGON BT/ST 20	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Membrane FLAGON PZ 19 (protection supérieure)	Éventuel (cf. I.3)	Oui	Oui	Oui	Oui
Protection complémentaire*	Éventuel (cf. I.3)	Éventuel (cf. I.3)	Oui	Éventuel (cf. I.3)	Éventuel (cf. I.3)
Rondelles de fixation	Oui	Oui	Non	Éventuel (cf. I.3)	Non
Profilé de compartimentage	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif

* En cas de remblaiement sur le procédé d'étanchéité, une protection complémentaire doit être mise en œuvre (cf I.3 Tableau VII).

TABLEAU III
Spécifications de fabrication

Produit***	Caractéristique	VNAP (*)	PRV95 (**)	mini	Rappel du f67 titre III
Géomembrane FLAGON BT 20 (étanchéité)	Épaisseur	2,0 mm	-0%/+10%	2,0mm	Mini 2,00mm par dérogation
	Masse surfacique	2400g/m ²	-0%/+10%	2400 g/m ²	
Membrane FLAGON PZ 19 (protection)	Épaisseur	1,95 mm	-2%/+10%	1,9mm	Mini 1,9mm par dérogation
	Masse surfacique	2600g/m ²	-2%/+10%	2622g/m ²	

* VNAP : Valeur Nominale Annoncée par le Producteur.

** PRV 95 : Plage Relative de Variation, en % VNAP.

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

TABLEAU IV
Profils de compartimentage

Types de profils de compartimentage	Référence des profils (gamme ELASTOJOINT GC ou équivalents)
Profilé de compartimentage transversal piedroit et radier	DT 200.3.GC ou DT 230.4.GC
Profilé de compartimentage longitudinal inférieur et supérieur	AT 200.3.GC ou AT 230.4.GC
Profilé de compartimentage transversal dalle supérieure	TU 12 ou TU 3
Profilé de compartimentage relais	AT 100.3.GC ou AT 100.4.GC
Profilé de liaison avec les parois moulées	PM 200-3
Tôle de compartimentage et d'arrêt	Tôles et feuillards colaminés FLAG
Pièces spéciales : profilé en croix, profilé en T, profilé en L, angle de liaison	Pièces préfabriquées uniquement. La fabrication des pièces spéciales sur chantier est interdite

1.3 - DOMAINES D'APPLICATION - LIMITES ET PRÉCAUTIONS D'EMPLOI

Dans le cadre de cet avis technique, le procédé **FLAGON BT 20** peut être utilisé pour la réalisation d'étanchéité d'ouvrages enterrés tels que :

- tunnels et galeries creusés ou forés,
- tranchées couvertes avec ou sans limite d'emprise,
- parkings souterrains (hors emprise bâtiments),
- cuvelages des ouvrages de génie civil.

Le système Vacuum est à privilégier dans le cas d'ouvrages ou parties d'ouvrages soumis à des phasages de mise en œuvre et à une pression hydrostatique.

1.3.1 - Tunnels et galeries creusés ou forés

Dans le cadre de réalisation de tunnels ou galeries, différents types de supports peuvent se présenter :

- béton projeté (sans fibres, avec fibres métalliques incorporées ou avec fibres souples PP incorporées),
- cintres et blindages métalliques,

- cintres et vouutelettes en béton projeté,
- voussoirs en béton armé...

Le support doit être conforme aux spécifications de l'article 9 du nouveau fascicule 67 titre III. Le support doit faire l'objet d'une réception conformément aux recommandations AFTES N° GT9RF8F1, relatives à « La préparation des supports de tunnels recevant un dispositif d'étanchéité par géomembrane » publiées dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n° 150 – novembre / décembre 1998.

La nature et les caractéristiques physico-mécaniques de la protection inférieure en géotextile, en fonction des supports indiqués ci-dessus, doivent être conformes aux recommandations AFTES N° GT9R10F1, relatives à « L'étanchéité et le drainage des ouvrages souterrains » publiées dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n° 159 – mai / juin 2000 et à l'article « Avancement des études sur les protections des géomembranes à utiliser dans les tunnels creusés, sur supports en béton projeté avec fibres métalliques incorporées » publiées dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n° 215 – septembre / octobre 2009.

Ces recommandations sont en partie reprises dans le tableau V ci-dessous.

TABLEAU V
Nature et caractéristiques du géotextile de protection inférieure
pour les tunnels creusés et forés

Spécifications minimales*	Béton projeté		Voussoirs béton	Soutènements métalliques cintres et tôles
	non fibré	fibré		
Masse surfacique(en g/m ²)	600	1200	600	1 000
Épaisseur minimale sous 200 Kpa (EN ISO 9863-1 - en mm)	-	≥ 4,5	-	-
Poinçonnement statique :				
- cylindrique Ø 8 mm (NFP 84507 en kN)	0,6	1,5	0,6	1,0
- pyramidal (NF G 38-019 en kN)	-	4,5	-	-
Allongement à la force maxi (EN ISO 10319 - en %)	70	70	70	70
Résistance en traction (EN ISO 10319 - en kN)	12	30	12	30
Nature chimique	100 % Fibres polypropylène			

*Pour tout contrôle de réception de ces matériaux sur chantier, les caractéristiques minimales ci-dessus sont exigées.

Les géotextiles **GEOLAND MC 700, 1 000 et 1 200** répondent à ces exigences.

La membrane de protection supérieure **FLAGON PZ 19** n'est mise en œuvre que dans le cas de mise en place d'armatures dans le revêtement et systématiquement au droit des masques de bétonnage.

Lorsque le procédé d'étanchéité est mis en œuvre en radier, une membrane **FLAGON PZ 19** et une protection complémentaire constituée d'une chape béton d'épaisseur minimale de 6 cm recouvriront le procédé avant la réalisation de la dalle en béton armé (cf. recommandation AFTES N° GT9R17F1 relative au « Dimensionnement de la protection supérieure des dispositifs d'étanchéité synthétiques » publiée dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n°215 – septembre / octobre 2009).

Les caractéristiques géométriques et physico-mécaniques des profilés de compartimentage doivent être conformes à la recommandation AFTES N° GT9R5F1 relatives à « L'utilisation et la mise en œuvre d'un compartimentage associé à un dispositif d'étanchéité par géomembrane synthétique » publiées dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n°130 – juillet / août 1995.

Le Dispositif d'Étanchéité par Géomembrane (D.E.G. dans la suite du texte) est placé sur toute la longueur du tunnel :

- soit sur l'ensemble de la circonférence de l'ouvrage,
- soit simplement en voûte parapluie, accompagné d'un système de drainage transversal et longitudinal dimensionné suivant les débits envisagés.

1.3.2 - Tranchées couvertes et autres ouvrages de génie civil

Dans le cadre de réalisation de tranchées couvertes, de parkings souterrains (hors emprise bâtiment) et de cuvelages d'ouvrages de génie civil, différents types de supports peuvent se présenter :

- béton de propreté en radier,
- béton projeté (sans fibres, avec fibres métalliques incorporées ou avec fibres souples PP incorporées),
- parois moulées ou préfabriquées,
- berlinoises...

Le support doit être conforme aux spécifications de l'article 9 du nouveau fascicule 67 titre III. Le support doit faire l'objet d'une réception conformément aux recommandations AFTES N° GT9RF8F1, relatives à « La préparation des supports de tunnels recevant un dispositif d'étanchéité par géomembrane » publiées dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n° 150 – novembre / décembre 1998.

La nature et les caractéristiques physico-mécaniques de la protection inférieure en géotextile, en fonction des supports indiqués ci-dessus, doivent être conformes aux recommandations AFTES N° GT9R10F1, relatives à « L'étanchéité et le drainage des ouvrages souterrains » publiées dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n° 159 – mai / juin 2000 et à l'article « Avancement des études sur les protections des géomembranes à utiliser dans les tunnels creusés, sur supports en béton projeté avec fibres métalliques incorporées » publiées dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n° 215 – septembre / octobre 2009.

Ces recommandations sont en partie reprises dans le tableau VI ci-dessous.

TABLEAU VI
Nature et caractéristiques du géotextile de protection inférieure
pour les tranchées couvertes

Spécifications minimales*	Soutènement en béton coffré ou taloché - paroi au coulis - palplanche avec remplissage	Béton projeté		Paroi moulée fraisée	Berlinoise soutènement mixte
		non fibré	fibré		
Masse surfacique (en g/m ²)	700	700	1200	800	1 000
Épaisseur minimale sous 200 Kpa (EN ISO 9863-1 - en mm)	-	-	≥ 4,5	-	-
Poinçonnement statique				0,8	1,0
- cylindrique Ø 8 mm (NFP 84507 en kN)	0,7	0,7	1,5		
- pyramidal (NF G 38-019 en kN)	2	2	4,5		
Allongement à la force maxi (EN ISO 10319 - en %)	50	50	70	50	70
Résistance en traction (EN ISO 10319 - en kN)	12	12	30	12	30
Nature chimique	100% Fibres polypropylène				

*Pour tout contrôle de réception de ces matériaux sur chantier, les caractéristiques minimales ci-dessus sont exigées.

Les géotextiles **GEOLAND MC 700, 800, 1 000 et 1 200** répondent à ces exigences.

La membrane de protection supérieure **FLAGON PZ 19** est obligatoirement mise en œuvre dans les cas suivants :

- lorsque des armatures sont mises en place dans le revêtement,
- lorsque la dalle supérieure ou la voûte est remblayée,

Lorsque le procédé d'étanchéité est mis en œuvre en radier, une membrane **FLAGON PZ 19** et une protection complémentaire constituée d'une chape béton d'épaisseur minimale de 6 cm recouvriront le procédé avant la réalisation de la dalle en béton armé (cf. recommandation AFTES N° GT9R17F1 précitée).

Les caractéristiques géométriques et physico-mécaniques des profilés de compartimentage doivent être conformes à la recommandation AFTES N° GT9R5F1 relative à « L'utilisation et la mise en œuvre d'un compartimentage associé à un dispositif d'étanchéité par géomembrane synthétique » publiée dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n°130 – juillet / août 1995.

Dans le cas où la dalle supérieure ou la voûte est remblayée, des protections spécifiques doivent être mises en œuvre pour protéger la géomembrane conformément à la recommandation AFTES N° GT9R15F1 relative au « Dimensionnement des écrans de protection des dispositifs d'étanchéité par géomembrane » publiée dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n°183 – mai / juin 2004 et à la recommandation N° GT9R17F1 relative au « Dimensionnement de la protection supérieure des dispositifs d'étanchéité synthétiques » publiée dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n°215 – septembre / octobre 2009. Ces recommandations sont en partie reprises dans le tableau VII ci-dessous.

TABLEAU VII
Nature et caractéristiques des protections dans le cas de remblaiement

Hauteur du remblai	h < 0,50 m	0,50 < h < 2,00 m	h > 2,00 m		
Nature du remblai	Roulé 0 / 200 mm Classe* C1 Agressivité 2 à 3	Roulé 0 / 200 mm Classes* C1 / D1 Agressivité 2 à 3	Roulé 0 / 200 mm Classes* C1 / D1 Agressivité 2 à 3	Concassé 0 / 50 mm Classes* D1/D2/R Agressivité 2	Concassé 0 / 150 mm Classes* D3 / R Agressivité 4
Protection inférieure Géomembrane Écran de protection	GEOLAND MC 700 FLAGON BT 20 FLAGON PZ 19		GEOLAND MC 700 FLAGON BT 20 2 couches de FLAGON PZ 19		
Protection complémentaire	Chape béton ≥ 6cm (ou géotextile ≥ 1500 g/m ²)	Sable ≥ 10 cm (ou géotextile ≥ 1500 g/m ²) + grillage avertisseur			
Classe minimale résistance au poinçonnement dynamique du D.E.G.	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 1	Classe 0

*NF P11-300 - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières -

Des protections spéciales pour certains ouvrages (en couverture par exemple) peuvent être ajoutées au procédé d'étanchéité, contribuant ainsi à la résistance au poinçonnement du D.E.G. Ces protections sont spécifiées par l'AFTES ou par le marché de travaux. Si ces protections sont en PVC ou matériaux associés (PVC + géotextile par exemple), elles peuvent être fabriquées à la demande par SOPREMA.

I.4 - PROCESSUS DE FABRICATION

SOPREMA fabrique les membranes **FLAGON** et ses produits annexes dans son usine de Chignolo D'Isola (I) certifiée ISO 9001 et ISO 14001. Des contrôles de conformité sont réalisés sur chaque lot.

Les membranes **FLAGON BT 20**, **FLAGON BT/ST 20** et **FLAGON PZ 19** sont obtenues par la fabrication de feuilles à partir de granulés de PVC par le système de co-extrusion pleine masse et calandrage.

Le PVC utilisé pour la réalisation de la géomembrane **FLAGON BT 20** et de la membrane **FLAGON BT/ST 20** est issu de résine vierge. Le PVC utilisé pour la réalisation de la membrane **FLAGON PZ 19** est issu en partie de processus de recyclage contrôlés.

SOPREMA fabrique les géotextiles **GEOLAND MC** dans son usine de Cerverà (SP) certifiée ISO 9001. Des contrôles de conformité sont réalisés sur chaque lot.

Les géotextiles **GEOLAND MC** sont obtenus par aiguilletage, traitement thermique et calandrage de fibres 100 % polypropylène issues de processus de recyclage contrôlés.

I.5 - CONDITIONS PARTICULIÈRES DE TRANSPORT, DE STOCKAGE ET DE MISE EN ŒUVRE

I.5.1 - Transport et stockage

La géomembrane **FLAGON BT 20** et les membranes **FLAGON BT/ST 20**, **FLAGON PZ 19** sont livrées sur palettes en rouleaux horizontaux protégés par film PE et étiquetés :

- type de membrane,
- épaisseur, largeur, longueur,
- n° lot et jour de fabrication,
- certificat ASQUAL (dans le cas du **FLAGON BT 20**),
- marquage CE.

Les géotextiles **GEOLAND MC** sont livrés sur palettes en rouleaux horizontaux protégés par film PE et étiquetés :

- type de géotextile,
- grammage, largeur, longueur,

- n° lot et jour de fabrication,
- marquage CE.

Les fiches de contrôle interne peuvent être demandées pour chaque livraison.

Le stockage sera réalisé horizontalement, dans l'emballage d'origine sur la palette d'origine sur une plateforme plane, propre et hors d'eau. Dans le cas de stockage prolongé ou après ouverture des emballages, les matériaux devront être recouverts par une bâche de protection aux UV.

1.5.2 - Conditions de mise en œuvre

L'entreprise de pose devra établir, pour chaque projet, un Plan d'Assurance Qualité (PAQ) en conformité au Fascicule 67 titre III et aux recommandations AFTES relatives à « L'établissement des plans d'assurance qualité pour les travaux d'étanchéité », octobre 1999, et comprenant :

- le descriptif et les fiches techniques des matériaux utilisés,
- la définition des matériels de soudure utilisés,
- les procédures de pose,
- les plans de calepinage et de détail d'étanchéité,
- la liste des contrôles à effectuer et les fiches contrôle qualité correspondantes,
- les conditions pour la réception des supports (voir Fascicule 67 titre III article 9) et la réception de l'étanchéité après sa pose.

La mise en œuvre ne pourra se faire que dans des conditions météorologiques acceptables, à savoir :

- pas de pluie et absence d'eau ruisselante sur les supports,
- températures normales de mise en œuvre et de soudure comprises entre 0°C et +30°C,
- températures limites de mise en œuvre et de soudure comprises entre -2°C et +40°C,
- vent modéré,
- protection du **FLAGON BT 20** aux UV dans un délai de 7 jours en cas de pose à l'extérieur.

En cas de venues d'eau, il convient d'appliquer sur le support des géosynthétiques de drainage, à adapter en fonction des caractéristiques annoncées par le fabricant (capacité drainante notamment) et des contraintes du projet.

La géomembrane et les membranes ne devront pas être mises en contact avec des hydrocarbures ou des solvants.

L'éventuelle présence d'opacités ponctuelles sur le **FLAGON BT 20** traduit le contact de la géomembrane avec de l'eau. Cette modification de la translucidité n'altère pas les propriétés physico-chimiques de la géomembrane qui garde ses caractéristiques de souplesse, de résistance, de soudabilité et d'étanchéité.

Les travaux de génie civil succédant à la réception de l'étanchéité devront prendre en compte la présence du D.E.G. et mettre en place les moyens nécessaires pour ne pas l'endommager.

1.5.3 - Mise en œuvre

1.5.3.a Système de base

La géomembrane **FLAGON BT 20** et la membrane **FLAGON PZ 19** doivent être mises en œuvre conformément au Fascicule 67 titre III.

La mise en œuvre du procédé **FLAGON BT 20** sera réalisée par des entreprises spécialisées en étanchéité d'ouvrages souterrains (Identification Professionnelle FNTF 712, qualification ASQUAL ou équivalent conseillé), avec un personnel qualifié (certification ASQUAL ou équivalent).

La mise en œuvre de la géomembrane **FLAGON BT 20** se fera par soudure automatique (double soudure à canal central) avec un recouvrement au moins égal à 5 cm. La largeur de chaque bande de soudure devra être d'au moins 12 mm. Les soudures manuelles ne sont admises que pour le traitement de points singuliers, les bandes d'arrêt d'eau et éventuellement les profilés de compartimentage.

L'éventuel compartimentage devra être conforme au Fascicule 67 titre III (voir à l'article de l'annexe 4 pour la version de 1992 et article 11.1.4. du nouveau Fascicule) et limité à des surfaces de compartimentage inférieures 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.

L'éventuel système d'injection sera réalisé par la soudure partielle de pipettes sur la géomembrane **FLAGON BT 20**. Les pipettes seront reliées par des tubes à une boîte permettant d'y accéder après la mise en place des couches supérieures.

1.5.3.b Système VACUUM

La procédure de pose d'un système Vacuum est identique à celle décrite ci-dessus aux variations suivantes près.

Mise en place de la membrane FLAGON BT/ST 20

La membrane **FLAGON BT/ST 20** se met en œuvre en indépendance directement au contact de la géomembrane **FLAGON BT 20** en créant un compartimentage appelé compartimentage secondaire (de dimension inférieure à 100 m²). Ces compartimentages sont réalisés par soudure directe de la membrane **FLAGON BT/ST 20** sur la géomembrane d'étanchéité **FLAGON BT 20**. La face structurée est mise en place côté géomembrane **FLAGON BT 20**. La superposition de la membrane sur la géomembrane permet la création d'enveloppes étanches de dimensions limitées et dans lesquelles l'air ou les liquides peuvent circuler librement.

Si nécessaire, la mise en place des joints d'arrêt d'eau sera réalisée en soudant les profilés sur la membrane **FLAGON BT/ST 20** (membrane visible) et à des positions adaptées au mode de construction (aux positions des reprises de bétonnage par exemple).

Mise en œuvre des pipettes d'injection

Les pipettes se mettent sur la seconde membrane **FLAGON BT/ST 20** (perçement de la membrane et recouvrement par la pipette qui est soudée intégralement afin d'assurer l'étanchéité). Elles permettent ainsi de réaliser le test à vide d'air **VACUUM** décrit dans le paragraphe ci-après et éventuellement de réaliser des injections en cas de perte.

Nota : Le système **VACUUM** peut être installé soit sur la totalité de l'ouvrage soit uniquement sur les parties les plus sensibles de l'ouvrage. Il sera alors raccordé au système de base utilisé pour le reste de l'ouvrage.

1.5.4 - Contrôles

1.5.4.a Contrôles des soudures

La géomembrane **FLAGON BT 20** et la membrane **FLAGON BT/ST 20** sont translucides. Elles favorisent donc le contrôle visuel des soudures.

Les soudures manuelles seront contrôlées par le passage d'une pointe sèche sur l'ensemble des raccordements.

Les soudures réalisées à l'aide d'une machine automatique à double cordons de soudure seront contrôlées par essais de pression d'air ou au liquide coloré.

1.5.4.b Contrôle de l'étanchéité par le système VACUUM

Ce contrôle est réalisable uniquement dans le cas où le système **VACUUM**, décrit précédemment, a été mis en place.

Il peut être réalisé dans toutes les phases de l'ouvrage et il est particulièrement intéressant

de l'effectuer :

- à la fin de la phase de mise en œuvre de l'étanchéité et pour chaque compartiment,
- après les opérations de ferrailage et avant le coulage des bétons de la paroi ou du radier,
- à la fin des travaux.

L'essai peut aussi être réalisé après la fin des travaux dans le cadre de visites périodiques.

Il consiste à créer une dépression à l'intérieur du D.E.G.. En raccordant les pipettes à une pompe à vide munie d'un manomètre (à valeurs négatives), on évacue l'air se trouvant entre les deux membranes **FLAGON BT 20** et **FLAGON BT/ST 20**. La membrane supérieure étant structurée, la circulation de l'air se fait parfaitement et sans collage des deux membranes.

La pression est stabilisée à -0,05 MPa (- 0,5 bar) puis la vanne est fermée. La perte de pression admissible sur 10 minutes doit être inférieure à 20%, soit 0,01 MPa (- 0,1 bar).

La réparation éventuelle se fait par injection de résine acrylique à basse viscosité entre les deux membranes. Le volume d'injection est limité à l'espace se trouvant entre les deux membranes et par la dimension du compartimentage secondaire.

I.6 - PRISE EN COMPTE DES EXIGENCES ESSENTIELLES

Le procédé satisfait, pendant toute sa durée de vie, aux exigences du décret n° 92.647 du 8/7/92 concernant "L'aptitude à l'usage des 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.

I.7 - RÉFÉRENCES

La géomembrane **FLAGON BT 20** est commercialisée en France depuis plus de 25 ans. Elle a été utilisée sur de nombreux projets importants en France comme à l'étranger. Entre 2010 et 2015 (période de validité de l'avis technique précédent), plus de 750 000 m² ont été réalisés en France avec ce procédé.

La liste des références récentes est à la disposition des Maîtres d'œuvre sur simple demande à SOPREMA – Département Génie Civil.

I.8 - DISPOSITIONS PRISES PAR L'ENTREPRISE POUR ASSURER LA QUALITÉ

SOPREMA fabrique les membranes FLAGON et ses produits annexes dans son usine de Chignolo D'Isola (I) certifiée ISO 9001 et ISO 14001. Des contrôles de conformité sont réalisés sur chaque lot.

SOPREMA fabrique les géotextiles GEOLAND MC dans son usine de Cerverà (SP) certifiée ISO 9001. Des contrôles de conformité sont réalisés sur chaque lot.

La géomembrane **FLAGON BT 20** et la membrane **FLAGON BT/ST 20** sont marquées CE suivant les normes EN 13491 (certificat 1085-CPR-0012) et EN 13967 (certificat 1085-CPR-0036).

La membrane **FLAGON PZ 19** est marquée CE suivant la norme EN 13491 (certificat 1085-CPR-0012).

Les géotextiles **GEOLAND MC** sont marqués CE suivant les normes EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13252, EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13256, EN 13257 et EN 13265 (certificats 0099-CPR-A42-0101 et 0102).

La géomembrane **FLAGON BT 20** est certifiée ASQUAL.

Les rouleaux de **FLAGON BT 20** et **FLAGON BT/ST 20** :

- portent sur l'emballage une étiquette d'identification de fabrication (indication codifiée).
- sont marqués dans la masse avec un code d'identification de fabrication.

SOPREMA tient à disposition le cahier de prescriptions de pose « **Tunnels, ouvrages enterrés - FLAGON BT 20** » dans la version de septembre 2015.

La procédure d'avis technique est suivie par M. Paul GUINARD (pguinard@soprema.fr), Directeur de l'activité Génie Civil et Ouvrage d'Art de SOPREMA.

CHAPITRE II - ESSAIS DE CARACTERISATION

II.1 - ELÉMENTS DE CARACTÉRISATION

Géomembrane et membrane de protection : voir tableau VIII.

Géotextile : GEOLAND MC 700

Profilés de compartimentage : COUVRANEUF - gamme ELASTOJOINT GC

Tôles colaminées : FLAG

TABLEAU VIII
Caractéristiques d'identification
de la géomembrane et de la membrane de protection

Caractéristiques d'identification*	Géomembrane FLAGON BT 20			Membrane de protection FLAGON PZ 19		
	VNAP	PRV 95	PV**	VNAP	PRV 95	PV**
Épaisseur	2,0 mm	-0% / +10%	2,10	1,95 mm	-2% / +10%	1,99
Masse volumique (kg/m ³)	1200	± 2%	1,207	-	-	
Masse surfacique (g/m ²)	2400	-0% / +10%	2542	2690	-2% / +10%	2697
Nature chimique	PVC-P			PVC-P		
Plastifiant	DINP***		DINP***			
Dureté Shore A	72	± 6%	76	88	± 6%	90
Dureté Shore D				40	± 6%	40
Réaction au feu	E+			E+		
Caractéristiques en traction à la rupture						
Sens production						
Déformation (%)	> 330		384	> 200		263
Contrainte (MPa)	16	± 10 %	17,3	21	± 10 %	19,8
Sens travers						
Déformation (%)	> 330		380	> 200		278
Contrainte (MPa)	15	± 10 %	15,7	20	± 10 %	18,2

*Caractéristiques obtenues selon les méthodes d'essais spécifiées (voir tableaux IX et X au chapitre II.2)

**PV : Procès Verbal d'essai par un laboratoire extérieur (voir tableaux IX et X au chapitre II.2)

***Consulter la fiche de données de sécurité.

II.2 - ESSAIS POUR L'ÉVALUATION DE L'APTITUDE À L'USAGE

Pour cette évaluation, la Société SOPREMA a procédé à des essais, conformément aux indications des normes en vigueur, du Fascicule 67 titre III du CCTG et du guide d'instruction d'une demande de renouvellement d'avis technique.

SOPREMA a réalisé, dans le cadre de ce renouvellement, un changement dans la formulation de la géomembrane **FLAGON BT 20**. A la demande de la Commission, SOPREMA a réalisé la totalité des essais effectués selon les conditions définies dans le guide d'instruction d'une demande d'avis technique. Ces essais sont les suivants (cf. liste des essais cités dans le tableau des spécifications du guide) :

TABLEAU IX
Références des essais d'évaluation de la géomembrane

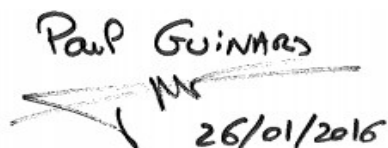
Caractéristiques	Méthodes d'essais	Références
1/ Exigences générales		
1.1. Type		
1.2. Épaisseur moyenne (mm)	NF EN 1849-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
1.3. Étanchéité à l'eau		
. géomembrane	NF EN 14150	PV de l'IRSTEA 15.073/01 du 18/11/2015
. joints		Essai non demandé
1.4. Caractéristiques en traction à la rupture	NF EN 12311-2	
. contrainte (MPa)		PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
. résistance (kN/m)		PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
. déformation (%)		PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
1.5. Caractéristiques en poinçonnement statique	NF P 84 507	
. résistance (kN)		PV du CEREMA Lyon T018G du 26/10/2015
. déformation (%)		PV du CEREMA Lyon T018G du 26/10/2015
1.6. Retrait libre (%)	NF EN 1107-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
2/ Exigences relatives à la mise en œuvre		
2.1. Planéité (cm)	NF EN 1848-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
2.2. Translucidité	NF EN 410	PV du CSTB EMI 15-26058156 du 08/07/2015
2.3. Aspect	NF EN 1850-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
2.4. Largeur (m)	NF EN 1848-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
2.5. Rectitude (cm/10 m)	NF EN 1848-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
2.6. Soudabilité entre lés		
. résistance au pelage (kN/m)	NF P 84502-2	PV du CEREMA Lyon T032S et T029S des 04 et 05/11/2015
. résistance au cisaillement (kN/m)	NF P 84502-1	PV du CEREMA Lyon T032S du 04/11/2015

Caractéristiques	Méthodes d'essais	Références
2.7. Résistance au délaminage (kN/m)	Mode opératoire LCP	Sans objet
2.8. Souplesse à basse température	NF EN 495-5	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
2.9. Compatibilité géomembrane-tôles colaminées		
. résistance au pelage (kN/m)	NF P 84 502-2	PV du CEREMA Lyon T029S du 05/11/2015
2.10 . Compatibilité géomembrane-profilés de compartimentage		
. résistance au pelage (kN/m)	NF P 84 502-2	PV du CEREMA Lyon T029S du 05/11/2015
3/ Exigences liées à la durabilité		
3.1. Résistance aux micro-organismes :	NF EN ISO 846	PV ITECH 15/105/AT/PRT du 05/10/2015
. Essai de croissance		
. Essai fongistatique		
3.2. Résistance à l'immersion dans l'eau a/ géomembrane :	NF P 84 509	PV du CEREMA Lyon T004G du 21/10/2015
- accéléré		
. perte poids (%)	10 jours à 60° C	
- long terme		
. perte de poids (%)	6 mois à 23° C	
. diminution résistance (%)		
4/ Sécurité - Hygiène		
- à la mise en œuvre	Arrêté du 21/11/02	Non demandé mais fourni par SOPREMA (PV 1983-15 du 23/11/2015)
. réaction au feu	du Ministère de l'intérieur.	
5/ Caractéristiques d'identification (écarts admissibles sur VNAP) – Contrôles		
- masse surfacique	NF EN 1849-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
- masse volumique	NF EN ISO 1183-1 Méthode A	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
- dureté Shore A	NF EN ISO 868	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
- plastifiant :	Mode opératoire LCP	
. pourcentage		PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
. nature		PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
- résistance à la rupture en traction	NF EN 12311-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015

TABLEAU X
Références des essais d'évaluation de la membrane de protection

Caractéristiques	Méthodes d'essais	Références
1/ Exigences générales 1.1. Type 1.2. Epaisseur (mm) 1.3. Masse volumique (g/m ²) 1.4. Caractéristiques en traction à la rupture . contrainte (MPa) . déformation (%) . résistance (kN/m) 1.5. Caractéristique en poinçonnement statique . résistance (N) . déplacement (mm)	NF EN 1849-2 NF EN ISO 1183-1 NF EN 13211-2 NF P 84 507	PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015
2/ Exigences relatives à la mise en œuvre - sans objet		
3/ Exigences relatives à l'hygiène et la sécurité - à la mise en œuvre . réaction au feu	Arrêté du 21/11/02 du Ministère de l'intérieur	Non demandé mais fourni par SOPREMA (PV 2071-15 du 03/12/2015)
4/ Exigences relatives au D.E.G. 4.1. Poinçonnement dynamique	NF P 84 506	PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015
5/ Identification de l'écran/membrane (tolérance sur VNAP) 5.1. Epaisseur (mm) 5.2. Masse surfacique (g/m ²) 5.3. Dureté Shore A et D 5.4. Résistance en traction (kN/m)	XP P 84 512-1 NF P 84 514 NF EN ISO 868 NF P 84 501	PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015 PV du CEREMA Lyon T018G du 12/11/2015

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


 Paul Guinard
 26/01/2016

CHAPITRE III - AVIS DE LA COMISSION

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

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

III.1 - APTITUDE À L'USAGE

Documents de références : Fascicule 67 titre III du CCTG, recommandations AFTES (GT n°9), guide pour l'instruction d'une demande d'avis technique, dossier technique à l'appui de la demande d'avis.

III.1.1 - ÉTANCHÉITÉ

Conformément au guide d'instruction, l'étanchéité de la géomembrane FLAGON BT 20 utilisée dans le procédé pour ouvrages enterrés **FLAGON BT 20** est satisfaisante au sens de la norme NF EN 14 150.

III.1.2 - APPRÉCIATION À L'ADAPTATION DU SUPPORT

Sous réserve d'une préparation du support conforme aux spécifications de l'article 9 du nouveau Fascicule 67 titre III et aux recommandations de l'AFTES, le procédé pour ouvrages enterrés **FLAGON BT 20** est apte à être appliqué pour tous les ouvrages souterrains courants.

III.1.3 - CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-MÉCANIQUES DU PROCÉDÉ

III.1.3.a Spécifications dans le Fascicule 67 titre III du CCTG

Les résultats sont conformes aux spécifications du Fascicule 67 titre III du CCTG et au guide pour l'instruction d'une demande d'avis technique.

III.1.3.b Autres caractéristiques

Pour information, la Société SOPREMA a fourni un procès verbal d'essai sur le comportement au feu de la géomembrane **FLAGON BT 20** et de la membrane **FLAGON PZ 19**. Vis-à-vis de la réaction au feu, la géomembrane et la membrane sont de classe E+ selon la norme NF EN 13 501 (essai "Petite flamme" NF EN 11 925 -2 avec un temps d'exposition de 30 s au lieu de 15 s).

III.1.4 - SOUDABILITÉ

III.1.4.a De la géomembrane

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

III.1.4.b Des profilés de compartimentage et des tôles colaminées

Les résultats sont conformes aux spécifications figurant dans la recommandation AFTES N° GT9R5F1 relative à « L'utilisation et la mise en œuvre d'un compartimentage associé à un dispositif d'étanchéité par géomembrane synthétique » publiée dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains – n° 130 juillet / août. 1995.

III.1.4.c De la membrane de protection

Les modalités techniques d'évaluation de la soudabilité de la membrane de protection sur la géomembrane ne sont pas opérationnelles à la date d'instruction de la demande.

III.1.5 - MEMBRANE DE PROTECTION

La membrane de protection **FLAGON PZ 19**, associée à la géomembrane **FLAGON BT 20** et un géotextile de protection inférieure **GEOLAND MC 700**, confère au procédé une résistance au poinçonnement dynamique de classe 2. Pour l'essai de résistance au poinçonnement, la membrane de protection, la géomembrane et le géotextile répondent aux spécifications minimales figurant dans les tableaux précédents.

Nous rappelons qu'une protection de classe 2 est conforme au Fascicule 67 titre III. Néanmoins, nous préconisons la mise en œuvre d'un géospaceur au niveau des masques d'about de coffrage. Dans le cas d'une application sur un ouvrage destiné à recevoir du remblai, une protection complémentaire peut être nécessaire (cf. tableau VII).

III.1.6 - CONCLUSIONS

Les essais d'évaluation de l'aptitude à l'usage indiquent que le procédé répond aux spécifications du Fascicule 67 titre III et du guide.

Conditions particulières nécessaires à l'obtention des résultats annoncés : respecter les conditions de température et d'humidité à la mise en œuvre (paragraphe I.4).

III.2 - APPRECIATION SUR LE DOMAINE D'EMPLOI

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

Il est à noter que le procédé VACUUM présente des avantages sur le plan des contrôles lors de la mise en œuvre mais aussi pendant la vie de l'ouvrage. Ce procédé est donc conseillé dans les zones soumises à des pressions hydrostatiques, où la co-activité est importante lors de la mise en œuvre et suivant la sensibilité de l'ouvrage. Il permet aussi de réaliser les éventuelles réparations plus facilement.

III.3 - DURABILITÉ

Les essais et le comportement en service tels que la commission a pu en avoir connaissance n'a pas fait ressortir de problèmes particuliers d'efficacité sur les ouvrages étanchés avec ce procédé.

En cas de durabilité non satisfaisante, le Maître d'Ouvrage est invité à rendre compte au Secrétariat de la Commission.

III.4 - CONTRÔLE DE LA CONFORMITÉ

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 V, VI et VII) lorsqu'ils sont nécessaires. La conformité au poinçonnement dynamique du procédé (avec tous ses composants) doit également 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 I & II. Ainsi, les contrôles de conformité des produits sur chantier seront effectués conformément aux prescriptions du Fascicule 67, titre III (article 8 § 8.3.3 et 8.3.4 de la version de 1992 et article 4.2 du nouveau Fascicule) du CCTG (en liaison avec les tableaux I à VII).

Les tableaux des chapitres I et II donnent les caractéristiques qui ont été déposées auprès de la Commission lors de la demande d'Avis Technique.

III.5 - MISE EN ŒUVRE

Il est recommandé que l'applicateur dispose, sur le chantier, du « **Cahier de prescriptions de pose - Tunnels, ouvrages enterrés - FLAGON BT 20** » (version septembre 2015 ou ultérieures) préparé par SOPREMA 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, SOPREMA 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.soprema.fr.

III.6 - APTITUDE À LA RÉPARATION

III.6.1 - 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.

III.6.2 - 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.

Le procédé Vacuum permet une réparation plus aisée grâce au système d'injection intégré au procédé et pour lequel l'éventuelle injection est limitée à l'espace situé entre les deux membranes.

III.7 - SÉCURITÉ

Outre les dispositions préconisées par le demandeur dans le paragraphe I.4 et dans la recommandation AFTES N° GT9R18F1 relative au « Comportement au feu et à la protection sanitaire spécifique aux procédés d'étanchéité lors de leur mise en œuvre en milieu confiné », publiée dans la revue TOS n° 219 - mai/juin 2010, 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 qu'il compte mettre en œuvre pendant la phase travaux pour assurer la sécurité de son personnel et du personnel travaillant à proximité.

III.8 - AUTRES ÉLÉMENTS D'APPRÉCIATION

III.8.1 - RETOUR 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 I et II 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.




III.8.2 - – SYSTÈME QUALITÉ

Les éléments sur le Système Qualité mis à la disposition de la Commission n'appellent pas d'observations sur ce point (cf. § I.7 sur l'existence d'une certification ISO 9001).

Pour tous renseignements, contacter :

- Le fabricant signalé au § I.1 de l'avis,

- Le CETU, Responsable de la publication - 25, avenue François Mitterrand 69674 BRON CEDEX

-  04.72.14.34.00  04.72.14.34.90  cetu@developpement-durable.gouv.fr