

AVIS TECHNIQUE CETU

ETANCHEMENT DES OUVRAGES SOUTERRAINS

AT n° 20-09 Rév (*)

Validité du : 12 / 03 / 2025

au : 01 / 02 / 2026

NOM DU PROCEDE : FLAGON BT 20

-

ENTREPRISE : SOPREMA

Le procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** appartient à la famille des **géomembranes synthétiques** (GMB-S). Il est constitué d'une géomembrane en PVC-P translucide FLAGON BT 20 de 2 mm d'épaisseur, posée en indépendance sur un géotextile de protection inférieure et, lorsque nécessaire, recouverte d'une membrane de protection supérieure en PVC-P bicolore (gris clair sur la face exposée et noir sur l'autre face afin de permettre un contrôle visuel de son intégrité). Les lés de géomembrane sont soudés entre eux par machine automatique permettant de réaliser une double soudure et un canal central.

En tunnel et en tranchée avec limite d'emprise, la géomembrane FLAGON BT 20 est soudée sur des rondelles de fixation PVC 80 mm et fixées mécaniquement au support, préalablement recouvert d'un géotextile.

En tranchée sans limite d'emprise, en radier et en dalle supérieure, la géomembrane FLAGON BT 20 est déroulée en indépendance sur un géotextile.

Un compartimentage est prévu à l'aide de profilés PVC-P ou de tôles colaminées compatibles.

La mise en œuvre du **FLAGON BT 20** doit respecter le Cahier de Mise en Œuvre référencé dans l'AT CETU.

A noter : Dans le cadre de projets spécifiques, le procédé **FLAGON BT 20** peut être renforcé avec l'ajout d'une géomembrane spécifique et la création de compartiments contrôlables par vide d'air, durant la mise en œuvre et durant toute la vie de l'ouvrage. Cette version est à privilégier dans les zones soumises à des phasages de mise en œuvre et/ou à une pression hydrostatique.

() Le présent document annule et remplace le précédent AT CETU n°20-09 à compter du 12/03/25. Cette révision concerne la prise en compte d'une nouvelle gamme SOPREMA de profilés de compartimentage compatibles.*

<u>Historique des anciennes versions :</u>	
AT CETU n°10-001(demande initiale)	Validité du 14/10/10 au 14/10/15
AT CETU n°16-001 (renouvellement n°1)	Validité du 31/01/16 au 01/02/21
AT CETU n°20-09 (renouvellement n°2)	Validité du 02/02/21 au 01/02/26

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'emploi – Limites et précautions d'emplois	4
1.3.1 Domaine d'emploi.....	4
1.3.2 Supports acceptés.....	5
1.3.3 Composition du procédé en fonction de l'ouvrage réalisé	6
1.4 Dispositions prises par l'entreprise pour assurer la qualité de fabrication.....	11
1.5 Conditions particulières de transport, de stockage et de mise en œuvre.....	11
1.5.1 Transport et stockage	11
1.5.2 Conditions de mise en œuvre	12
1.5.3 Mise en œuvre du système de base	13
1.5.4 Mise en œuvre du système VACUUM	14
1.6 Prise en compte des exigences essentielles	15
1.7 Références	15
CHAPITRE 2 - ESSAIS DE CARACTERISATION.....	16
2.1 Eléments de caractérisation des produits visés.....	16
2.2 Essais pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage	16
CHAPITRE 3 - AVIS DE LA COMMISSION	20
3.1 Exigences générales sur la géomembrane	20
3.1.1 Epaisseur	20
3.1.2 Etanchéité	20
3.1.3 Caractéristiques en traction	20
3.1.4 Caractéristiques au poinçonnement statique	20
3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre.....	21
3.2.1 Appréciation à l'adaptation du support.....	21
3.2.2 Soudabilité.....	21
3.2.3 Membrane de protection supérieure	21
3.3 Exigences liées à la durabilité	21
3.4 Sécurité – Hygiène	21
3.5 Conclusions	22
3.5.1 Appréciation sur le domaine d'emploi	22
3.5.2 Contrôle de la conformité.....	22
3.5.3 Mise en œuvre.....	23
3.5.4 Aptitude à la réparation.....	23
3.6 Retours d'expérience	23

CHAPITRE 1 - IDENTIFICATION DU PROCEDE

1.1 Renseignements commerciaux

Le procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** est commercialisé sur le territoire Français par :

SOPREMA SAS

15 rue de Saint Nazaire – CS 60121

67025 STRASBOURG Cedex

Téléphone : +33 3 88 79 84 00

Email : civilrock@soprema.fr

www.soprema.fr

Les géomembranes FLAGON BT 20 et FLAGON BT/ST 20 et la membrane de protection supérieure FLAGON PZ SL et certains accessoires sont fabriqués par SOPREMA dans son usine :

SOPREMA Srl

Via industriale dell'Isola n°3

24040 Chignolo d'Isola (BG)

Italie

Les géotextiles GEOLAND MC sont fabriqués par SOPREMA dans ses usines :

SOTEXTHO (Groupe SOPREMA) Ou SOPREMA Iberia

Av. Du Moulin

Av. Alta Ribagorça, 8

81240 Saint Amans Valtoiret

25200 Cervera (Lleida)

France

Espagne

Propriété industrielle et commerciale :

FLAGON et **GEOLAND** sont des marques déposées par SOPREMA qui a l'entière propriété des produits.

1.2 Définition, constitution et composition du procédé

Le procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** fait partie de la famille des étanchéités par 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.

Ce procédé présente deux versions :

- 1) le système de base qui correspond à la solution avec géomembrane monocouche ;
- 2) le système VACUUM qui complète le système de base avec la superposition d'une géomembrane 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.

Selon les versions, le procédé comprend ainsi :

TABLEAU 1 - Composition du procédé FLAGON BT 20 pour les 2 versions

Produits entrants dans la composition du procédé	Évalués par le présent AT CETU	Non évalués par le présent AT CETU (*)
Une géomembrane synthétique d'étanchéité FLAGON BT 20 en PVC-P translucide, de 2 mm d'épaisseur minimum. Le conditionnement standard est en rouleau de 20 m x 2,10 m (autres longueurs disponibles).	X	
Une géomembrane synthétique FLAGON BT/ST 20 , en PVC-P, translucide, structurée sur une face, d'épaisseur 2 mm dans sa partie courante (hors picot). Cette géomembrane additionnelle est utilisée dans la version VACUUM (non évaluée dans le présent AT). Le conditionnement standard est en rouleau de 20 m x 2,10 m (autres longueurs disponibles).		X
Une membrane de protection supérieure FLAGON PZ SL en PVC-P opaque bicolore gris clair / noir, de 1.9 mm d'épaisseur minimum. Cette membrane présente deux teintes différentes entre ses faces exposée (gris clair) et inférieure (noire) ce qui permet de détecter visuellement les éventuelles agressions (fonction couche de signalisation). Le conditionnement standard est en rouleaux de 2,10 m de largeur et de 20 m de longueur (autres largeurs et autres longueurs disponibles).	X	
Des géotextiles de protection GEOLAND MC (inférieure et supérieure) répondant aux exigences du référentiel AT et à celles fixées dans la recommandation GT9R19F1 (cf. Tableau 5). Sachant que d'autres géotextiles de protection compatibles sont produits par plusieurs fabricants, ils ne sont pas pris en compte dans le présent AT. 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 7, 8 et 9).		X
Des rondelles de fixation 80 mm SOPREMA , à rupture contrôlée, en PVC souple servant à fixer la géomembrane sur les voûtes et piédroits. Sachant que d'autres rondelles de fixation compatibles sont produites par plusieurs fabricants, elles ne sont pas prises en compte dans le présent AT. Il en existe de plusieurs formes mais toutes doivent avoir la même nature chimique compatible avec la géomembrane FLAGON BT 20 et répondre aux exigences fixées dans la Recommandation GT9R7F1 de l'AFTES (publiées dans la revue TOS n°138).		X
Des profilés de compartimentage SOPREMA , en PVC translucide et répondant aux exigences du référentiel AT et à celles fixées dans la recommandation GT9R5F1 de l'AFTES (publiées dans la revue TOS n° 130). Sachant que d'autres profilés de compartimentage compatibles sont produits par plusieurs fabricants, ils ne sont pas pris en compte dans le présent AT. Il en existe de plusieurs formes mais toutes doivent avoir la même nature chimique compatible avec la géomembrane. Le tableau 2 ci-après donne des références de joints de compartimentage compatibles.		X
Des tôles colaminées SOPREMA en acier galvanisé, de différentes formes et largeurs, servant à des arrêts d'étanchéité ou au compartimentage en dalle supérieure. Sachant que d'autres tôles colaminées compatibles sont produites par plusieurs fabricants, elles ne sont pas prises en compte dans le présent AT.		X

Des dispositifs de détection et d'injection des compartiments par pipettes plates SOPREMA en PVC souple servant de dispositif, et complétées par des tubes et des raccords adaptés (nécessaires pour le système VACUUM). Sachant que d'autres pipettes compatibles sont produites par plusieurs fabricants, elles ne sont pas prises en compte dans le présent AT.		X
Des géocomposites de ciment GEOLAND TTX 10 (ou supérieur) assurant la protection supérieure ou complémentaire de la géomembrane pour la pose sous radier ou sous remblais.		X
Des résines époxydiques (ou autres natures) telles que ALSAN ANCHOR EP3 permettant de réaliser des ancrages de la géomembrane et de ses accessoires dans des ouvrages en béton (parois moulées...).		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 FLAGON BT 20.

TABLEAU 2 - Exemple de profilés de compartimentage compatibles

Types de profilés	Références des profilés
Profilé de compartimentage transversal piédroit, voûte et radier	FLAGONJOINT PVC T W 6/500 B FLAGONJOINT PVC T W 4/330 B FLAGONJOINT PVC T W 4/300 B ELASTOJOINT DT 200.3.GC ELASTOJOINT DT 230.4.GC
Profilé de compartimentage longitudinal inférieur et supérieur	FLAGONJOINT PVC T W 6/500 FLAGONJOINT PVC T W 4/330 FLAGONJOINT PVC T W 4/300 ELASTOJOINT AT 200.3.GC ELASTOJOINT AT 230.4.GC
Profilé de compartimentage relais	FLAGONJOINT PVC T W 3/200 ELASTOJOINT AT 100.3.GC ELASTOJOINT AT 100.4.GC
Profilé de liaison avec les parois moulées	FLAGONJOINT PVC T 200 ELASTOJOINT PM 200-3
Profilé de compartimentage d'arrêt	Tôles et feuillards colaminés
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'emploi – Limites et précautions d'emplois

1.3.1 Domaine d'emploi

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

- Tunnels et galerie creusés ou forés,

- Tranchées couvertes avec ou sans limite d'emprise,
- Cuvelage d'ouvrages de génie civil,
- Parkings souterrains (hors emprise bâtiments).

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

FLAGON BT permet d'étancher ces ouvrages vis-à-vis des eaux de ruissellement ou d'une nappe phréatique.

Le procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** peut être utilisé également : en association avec un procédé de drainage dans le cas d'étanchéité de tunnels de type « parapluie », ou en association avec d'autres procédés d'étanchement dans le cas d'une structure intégrée par exemple.

La mise en œuvre du procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** 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) ou dans le cas d'une structure intégrée.

1.3.2 Supports acceptés

Le procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** est mis en œuvre à l'extrados des ouvrages souterrains dont le support du procédé d'étanchéité est le suivant :

TABLEAU 3 – 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)	• 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	• voussoir en béton armé
Tranchées couvertes sans limite d'emprise (DEG appliqué entre la structure béton et le remblai)	• 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)	• 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 (ex : Parkings souterrains hors emprise bâtiments, cuvelage d'ouvrages...)	• 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, reprises ci-après :

TABLEAU 4 – 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 Composition du procédé en fonction de l'ouvrage réalisé

La composition du procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** varie en fonction de l'ouvrage réalisé. La géomembrane d'étanchéité 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 ou géocomposite de ciment

1.3.3.1 Protection inférieure

La protection inférieure est placée contre le support, avant d'être recouverte par la géomembrane d'étanchéité. Elle a pour rôle d'absorber les défauts de rugosité du support, et notamment d'assurer une protection fiable et pérenne contre le poinçonnement statique et dynamique provoqué par la mise en compression du procédé d'étanchéité, notamment durant la phase de bétonnage ou de remblaiement ; de manière à éviter la perforation du procédé d'étanchéité.

Dans le cas du **FLAGON BT 20**, la protection inférieure est un géotextile anti-poinçonnant.

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. Ces recommandations sont reprises dans le tableau suivant :

TABLEAU 5 – Caractéristiques physico-mécaniques 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

Les géotextiles **GEOLAND MC 700, 1000 et 1200** répondent à ces exigences.

1.3.3.2 Protection supérieure

La protection supérieure recouvre la géomembrane d'étanchéité et la protège contre les agressions. En voile, la protection supérieure protège contre les agressions dues à la mise en œuvre ultérieure des armatures, des masques d'about, des remblais ou autres éléments.

En radier, la protection supérieure permet, par désolidarisation, de ne pas solliciter l'étanchéité lors du retrait du béton.

Dans le cas du **FLAGON BT 20**, la protection supérieure est la membrane **PVC FLAGON PZ SL**.

La nature et les caractéristiques physico-mécaniques de cette membrane sont conformes à la recommandation GT9R19F1 de l'AFTES relatives à la protection des étanchéités extradossées. Ces recommandations sont reprises dans le tableau suivant.

TABLEAU 6 – Caractéristiques physico-mécaniques minimales de la membrane de protection à utiliser

Epaisseur (mm) NF EN 1849-2	≥ 1,9mm
Résistance à la traction NF EN 12311-2	≥ 200%
Résistance au poinçonnement dynamique NF P84-506	Mini classe 2

1.3.3.3 Protection complémentaire

La protection complémentaire recouvre le procédé d'étanchéité **FLAGON BT 20** mais elle n'est pas prise en compte dans la classification du procédé vis-à-vis de la résistance au poinçonnement dynamique. Elle protège le procédé lorsque les travaux succédant à la pose de l'étanchéité présentent des risques particuliers (pose des armatures en radier, circulation d'engins de remblaiement en couverture, découpe au chalumeau, mise en œuvre de remblais agressifs...). La protection complémentaire s'ajoute à la protection supérieure mais ne s'y substitue pas.

Dans le cas du **FLAGON BT 20**, la protection complémentaire est soit une chape béton d'épaisseur 6 cm minimale (constituée d'un béton C25/30 armé), soit une couche de **GEOLAND TTX 10** (ou supérieur).

NOTA 1 : La chape béton peut être plus épaisse en fonction de la circulation de chantier envisagée ou en cas de radiers à fortes pentes.

NOTA 2 : En radier, les protections complémentaires ne sont pas mises en place au-dessus des joints de compartimentage.

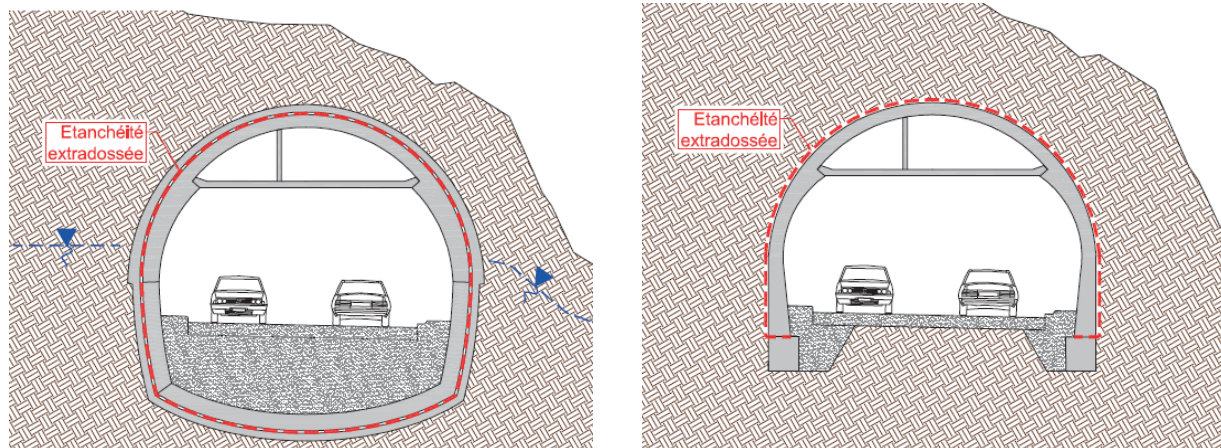
1.3.3.4 Cas des ouvrages de type tunnel creusé

TABLEAU 7 – Composition du procédé FLAGON BT 20 en tunnel creusé

Type de protection	Nature du support			
	Radier de tunnel	Soutènement de tunnel (voûte et piédroits)		
	Béton de propreté	Béton projeté non fibré Béton projeté fibré synthétique	Profilés métalliques (cintres...)	Béton projeté fibré métallique
Protection inférieure	GEOLAND MC 700	GEOLAND MC 700	GEOLAND MC 1000	GEOLAND MC 1200
Protection supérieure	FLAGON PZ SL	FLAGON PZ SL (*)	FLAGON PZ SL (*)	FLAGON PZ SL (*)
	Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 2			
Protection complémentaire	6 cm de béton ou GEOLAND TTX 10	-	-	-
Accessoires de pose	-	Rondelle de fixation : - 3 u/m² en piédroits - 5 u/m² en voûte		
	Profilé de compartimentage + Dispositif d'injection soudé sur la géomembrane			

(*) La protection supérieure FLAGON PZ SL est mise en œuvre uniquement :

- dans les zones où un ferrailage est prévu dans le revêtement béton,
- et au droit des abouts de coffrage sur une largeur de 1 m.

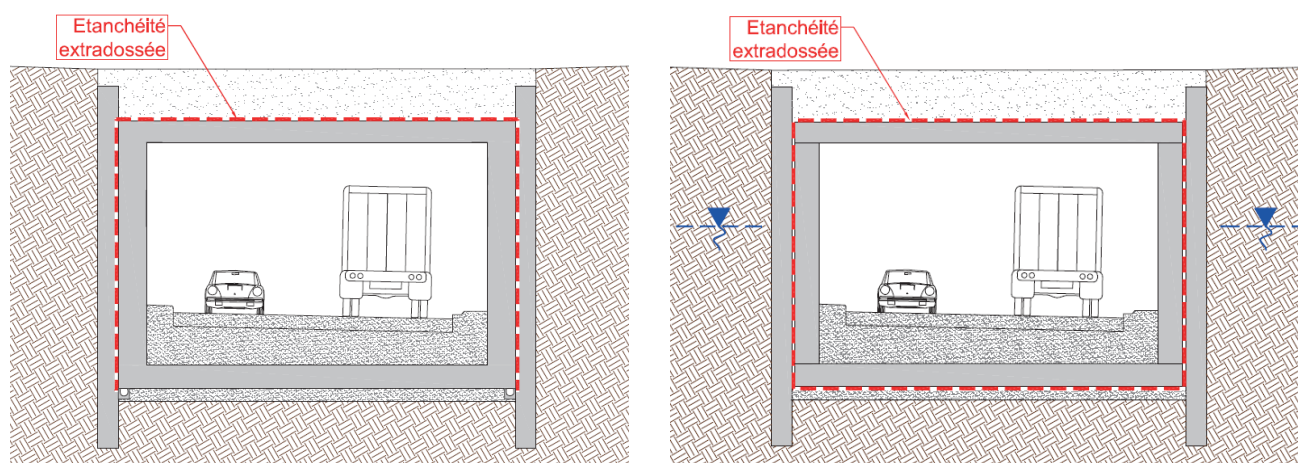


FIGURES 1 – Exemples de schémas de principe de tunnel creusé

1.3.3.5 Cas des ouvrages de type tranchée couverte (zones non remblayées)

TABLEAU 8 – Composition du procédé FLAGON BT 20 sur les parties d'ouvrage non remblayées

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	GEOLAND MC 700	GEOLAND MC 700	GEOLAND MC 1000	GEOLAND MC 1200
Protection supérieure	FLAGON PZ SL	FLAGON PZ SL	FLAGON PZ SL	FLAGON PZ SL
	Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 2			
Protection complémentaire	6 cm de béton ou GEOLAND TTX 10	-	-	-
Accessoires de pose	-	Rondelle de fixation : - 3 u/m² en piédroits (si H > 5 m)		
	Profilé de compartimentage + Dispositif d'injection soudés sur la géomembrane			



FIGURES 2 – Exemples de schémas de principe de tranchée couverte avec limite d'emprise (TALE)

1.3.3.6 Cas des ouvrages de type tranchée couverte (zones remblayées)

TABLEAU 9 – Composition du procédé FLAGON BT 20 sur les parties d'ouvrage remblayées

Type de protection	Nature et hauteur du remblai		
	Remblai sur dalle supérieure (TSLE ou TALE) et pénédroits (TSLE)		
	Remblai $\leq 0,50$ m	Remblai $> 0,50$ m	Remblai $> 0,50$ m
	Matériaux de remblai roulés ou concassés avec $D_{max} \leq 200$ mm (classes S, G, VC et R)	Matériaux de remblai roulés avec $D_{max} \leq 100$ mm (classe VC2) ou $D_{max} \leq 63$ mm (classes S, G et R)	Matériaux de remblai concassés avec $D_{max} \leq 200$ mm sur les 2 premiers mètres (classes VC et R)
Protection inférieure	GEOLAND MC 700	GEOLAND MC 700	GEOLAND MC 700
Protection supérieure	FLAGON PZ SL	FLAGON PZ SL	2 x FLAGON PZ SL ou 2 x GEOLAND MC 1200 ou GEOLAND TTX 10
	Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 2		Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 0
Protection complémentaire	Ouvrage cadre : 6 cm de béton sur la dalle de couverture ou GEOLAND TTX 10	Ouvrage voûte : 6 cm de béton sur la zone concernée ou GEOLAND TTX 10	-
	+ Grillage avertisseur dans le remblai		
Accessoires de pose	Profilé de compartimentage + Dispositif d'injection préalablement ancré dans le béton lors du coulage		

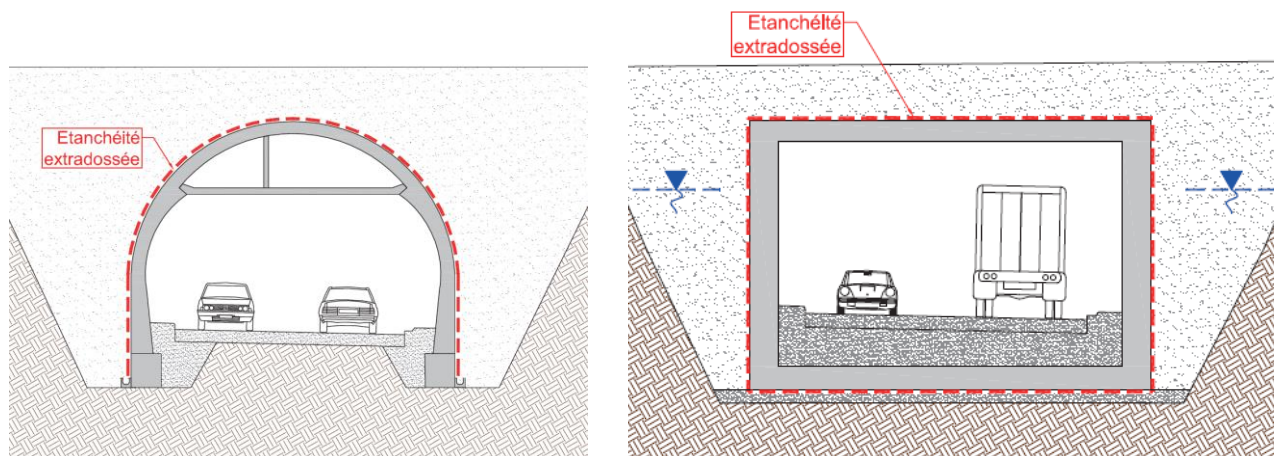


FIGURE 4 – Exemples de schémas de principe de tranchée couverte sans limite d'emprise (TSLE)

Nota : 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

Processus de fabrication :

SOPREMA fabrique les géomembranes **FLAGON BT 20** et **FLAGON BT/ST 20** et la membrane de protection **FLAGON PZ SL** et ses produits annexes dans son usine de Chignolo D'Isola (Italie) certifiée ISO 9001 et ISO 14001. Des contrôles de conformité sont réalisés sur chaque lot.

Ces géomembranes et membrane de protection 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 des géomembranes est issu de résine vierge. Le PVC utilisé pour la réalisation de la membrane de protection est issu en partie de processus de recyclage contrôlés.

SOPREMA fabrique les géotextiles **GEOLAND MC** dans ses usines de Saint Amans Valtoiret (France) et Cerverà (Espagne). Des contrôles de conformité sont réalisés sur chaque lot.

Les géotextiles **GEOLAND MC** sont obtenus par aiguilletage de fibres 100 % polypropylène issues de processus de recyclage contrôlés.

Marquage CE :

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

L'écran de protection **FLAGON PZ SL** est marqué 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 et 0334-CPR-0030).

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

1.5 Conditions particulières de transport, de stockage et de mise en œuvre

La société SOPREMA tient à disposition des utilisateurs le guide de pose (édition de décembre 2020) du procédé **FLAGON BT 20**.

1.5.1 Transport et stockage

Les géomembranes **FLAGON BT 20** et **FLAGON BT/ST 20** et l'écran de protection **FLAGON PZ SL** sont livrés sur palettes en rouleaux horizontaux protégés par film PE et étiquetés :

- type de géomembrane ou d'écran de protection ;
- 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 oeuvre

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 contrôles 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.

Les géomembranes et l'écran de protection ne devront pas être mis en contact avec des hydrocarbures ou des solvants.

NOTA : 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 mécanique, 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 pendant toutes les phases successives. Pour les zones soumises à des phasages de mise en œuvre complexes, le système VACUUM décrit ci-dessous pourra être privilégié.

1.5.3 Mise en œuvre du système de base

1.5.3.1 Généralités

La géomembrane **FLAGON BT 20** et l'écran de protection **FLAGON PZ SL** doivent être mis 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 FNTP 712, qualification ASQUAL ou équivalent conseillé), avec un personnel qualifié (certification ASQUAL ou équivalent).

1.5.3.2 Soudures et contrôles

La soudure sera réalisée sur une géomembrane sèche et propre.

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 les profilés de compartimentage.

La géomembranes **FLAGON BT 20** étant translucide, elle favorise le contrôle visuel des soudures. 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. Les soudures manuelles seront contrôlées par le passage d'une pointe sèche sur l'ensemble des raccords.

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 géomembrane est soudée (voir liste au TABLEAU 2). 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. Ils sont mis en œuvre au droit :

- des arrêts de bétonnage définitifs : transversalement (par exemple, raccordement avec les casquettes ou têtes de tunnel, ouvrage de ventilation), et longitudinalement (par exemple raccordement avec les banquettes ou un radier pour éviter la remontée des eaux),
- des traversées d'ancrage.

Les surface des compartiments devront être limité 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 Dispositif d'injection des compartiments

Le dispositif de détection et d'injection des compartiments devra être réalisés conformément à l'article 2 de l'annexe n° 4 du fascicule 67 titre III. Ce dispositif a pour fonction d'assurer le contrôle de l'efficacité du DEG dès l'arrêt des équipements de rabattement de nappe et de faciliter la réparation d'un désordre par une injection de remplissage du compartiment défectueux.

Chaque compartiment, devra être munis d'un minimum de 5 pipettes plates d'injection SOPREMA qui seront relier à un boîtier d'injection à l'aide d'un conduit d'injection en PVC souple.

1.5.4 Mise en œuvre du 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 géomembrane **FLAGON BT/ST 20** :

La géomembrane **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 géomembrane **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 des deux géomembranes 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 géomembrane **FLAGON BT/ST 20** (géomembrane 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 géomembrane **FLAGON BT/ST 20** (perçement de la géomembrane 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.

- Contrôle de l'étanchéité par le système VACUUM :

Ce contrôle peut être réalisé dans toutes les phases de l'ouvrage. Il est néanmoins 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 également être réalisé après la fin des travaux dans le cadre de visites périodiques.

Il consiste à créer une dépression à l'intérieur du DEG. 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 géomembranes **FLAGON BT 20** et **FLAGON BT/ST 20**. La géomembrane supérieure étant structurée, la circulation de l'air se fait parfaitement et sans collage des deux géomembranes. 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).

- Réparation :

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

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 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 du procédé ne portent pas préjudice à l'hygiène, la santé et l'environnement.

1.7 Références

Le procédé **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 2015 et 2020 (période de validité de l'avis technique précédent), environ 500 000 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.

CHAPITRE 2 - ESSAIS DE CARACTERISATION

2.1 Eléments de caractérisation des produits visés

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

Caractéristiques d'identification (selon les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre 2.2)	Unité	Géomembrane FLAGON BT 20			Membrane de protection supérieure FLAGON PZ SL		
		VNAP *	Plages de tolérance admise **	PV ***	VNAP *	Plage de tolérance admise **	PV ***
Epaisseur	mm	2,00	[2,0 ; 2,2]	2,03	2,00	[1,9 ; 2,2]	2.10
Masse surfacique	g/m²	2400	[2400 ; 2640]	2408	2600	[2522 ; 2860]	2845
Masse volumique	Kg/m3	1200	[1176 ; 1224]	1210	-		
Dureté Shore A	-	72	[68 ; 76]	74	88	[83, 93]	92
Nature chimique	-	PVC-P			PVC-P		
Nature du plastifiant	-	DINP	-	DINP	-		
Caractéristiques en traction à la rupture (Sens production) :							
• Contrainte	MPa	16	[14,4 ; 17,6]	16,8	21	[18,9 ; 23,1]	21,1
• Résistance	kN/m	32	≥ 28	33,6	42	≥ 30	44,3
• Déformation	%	330	≥ 270	352	220	≥ 200	296
Caractéristiques en traction à la rupture (Sens transversal) :							
• Contrainte	MPa	15	[13,5 ; 16,5]	16,1	20	[18 ; 22]	18,8
• Résistance	kN/m	30	≥ 28	32,2	40	≥ 30	39,5
• Déformation	%	330	≥ 270	375	220	≥ 200	256

* VNAP : Valeur Nominale Annoncée par le Producteur

** Plage de tolérance admise : Plage Relative de Variation annoncée par le Producteur, éventuellement corrigée 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 SOPREMA 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 FLAGON BT 20

Caractéristiques	Méthodes d'essais	Références
Exigences générales		
Type : Géomembrane PVC-P	-	
Epaisseur moyenne (mm)	NF EN 1849-2	PV ASQUAL 5500 CQ 19 du 11/12/2019
Etanchéité à l'eau de la géomembrane	NF EN 14150	PV de l'IRSTEA 15.073/01 du 18/11/2015
Caractéristiques en traction à la rupture :	NF EN 12311-2	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
• Contrainte (MPa)		
• Résistance (kN/m)		
• Déformation (%)		
Caractéristique en poinçonnement statique :	NF P84-507	PV ASQUAL 5500 CQ 19 du 11/12/2019
• Résistance (N)		
• Déplacement du poinçon (mm)		
Retrait libre (%)	NF EN 1107-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
Exigences relatives à la mise en œuvre		
Planéité (cm)	NF EN 1848-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
Translucidité	NF EN 410	PV du CSTB EMI 15-26058156 du 08/07/2015
Aspect	NF EN 1850-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
Largeur (m)	NF EN 1848-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
Rectitude (cm/10 m)	NF EN 1848-2	PV du CEREMA Lyon T004G du 20/10/2015
Soudabilité entre lés :	NF P84-502-2 NF P84-502-1	PV du CEREMA Lyon T032S et T029S des 04 et 05/11/2015 PV du CEREMA Lyon T032S du 04/11/2015
• Résistance au pelage (kN/m)		
• Résistance au cisaillement (kN/m)		
Souplesse à basse température	NF EN 495-5	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
Compatibilité géomembrane-tôles colaminées SOPREMA :	NF P84-502-2	PV du CEREMA Lyon T029S du 05/11/2015
• Résistance au pelage (kN/m)		
Compatibilité géomembrane-profilés de compartimentage (cf tableau 2) :	NF P84-502-2	PV du CEREMA Lyon T029S du 05/11/2015 PV du CEREMA Lyon D001S du 28/01/2025
• Résistance au pelage (kN/m)		

Caractéristiques	Méthodes d'essais	Références
Exigences liées à la durabilité		
Résistance aux micro-organismes :	NF EN ISO 846	PV ITECH 15/105/AT/PRT du 05/10/2015
• Essai de croissance		
• Effet fongistatique		
Résistance à l'immersion dans l'eau de la géomembrane :	NF P84-509	
• Perte poids (%) (Essai accéléré : 10 jours à 60°C)		PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
• Perte de poids (%) (Essai à long terme : 6 mois à 23°C)		PV du CEREMA Lyon T004G du 21/10/2015
• Diminution résistance (%) (Essai à long terme : 6 mois à 23°C)		PV du CEREMA Lyon T004G du 21/10/2015
Sécurité - Hygiène		
Réaction au feu (classement selon la NF EN 13 501-1)	NF EN ISO 11 925-2	PV FEU TECNO PIEMONTE 09262/38/65 du 27/11/2020
Caractéristiques d'identification - Contrôles		
Masse surfacique	NF EN 1849-2	PV ASQUAL 5500 CQ 19 du 11/12/2019 PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
Masse volumique	NF EN ISO 1183-1	PV ASQUAL 5500 CQ 19 du 11/12/2019
Dureté shore A	NF EN ISO 868	PV du CEREMA Lyon Y008G du 20/10/2020
Plastifiant :	Mode opératoire LPC	PV ASQUAL 5500 CQ 19 du 11/12/2019
• Pourcentage		
• Nature		
Résistance à la rupture en traction	NF EN 12311-2	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
• Contrainte (MPa)		
• Résistance (kN/m)		
• Déformation (%)		

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

Caractéristiques	Méthodes d'essais	Références
Exigences générales		
Epaisseur (mm)	NF EN 1849-2	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
Masse surfacique (g/m²)		PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
Caractéristiques en traction à la rupture (sens production) :	NF EN 12311-2	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
• Contrainte (MPa)		
• Déformation (%)		
• Résistance (kN/m)		
Caractéristique en poinçonnement statique :	NF P84-507	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
• Résistance (N)		
• Déplacement du poinçon (mm)		
Exigences relatives au DEG avec sa protection		
Poinçonnement dynamique du complexe	NF P84-506	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
Identification de la membrane supérieure (écarts admissibles sur VNAP)		
Epaisseur (mm)	NF EN 1849-2	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
Masse surfacique (g/m²)	NF EN 1849-2	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
Dureté Shore A	NF EN ISO 868	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020
Résistance en traction (kN/m)	NF EN 12311-2	PV du CEREMA Lyon Y008G du 01/12/2020

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 : 31 / 03 / 25

Fauz Guinand
Directeur Genre Civil



CHAPITRE 3 - AVIS DE LA COMMISSION

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, AFPA, 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 sur la géomembrane

Documents de références : Documents de références : fascicule 67 titre III du CCTG, guide pour l'instruction d'une demande d'avis technique, référentiel géomembrane PVC-P version 3 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 différence de pression de 200 kPa.

3.1.3 Caractéristiques en traction

Elles sont conformes aux spécifications du référentiel :

Sens production :

- 33,6 kN/m pour la résistance à la rupture (le référentiel spécifie ≥ 28 kN/mm) ;
- 16,8 MPa pour la contrainte à la rupture (le référentiel spécifie ≥ 14 MPa) ;
- 352 % de déformation à la force maximum (le référentiel spécifie > 270 %).

Sens travers :

- 32,2 kN/m pour la résistance à la rupture (le référentiel spécifie ≥ 28 kN/mm) ;
- 16,1 MPa pour la contrainte à la rupture (le référentiel spécifie ≥ 14 MPa) ;
- 375 % de déformation à la force maximum (le référentiel spécifie > 270 %).

3.1.4 Caractéristiques au poinçonnement statique

Elles sont conformes aux spécifications du référentiel :

- 445 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 **FLAGON BT 20** est apte à être appliqué pour tous les ouvrages souterrains courants.

3.2.2 Soudabilité

3.2.2.1 De la géomembrane

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

3.2.2.2 Des profilés de compartimentage et des tôles colaminées

Les résultats sont conformes aux spécifications figurant dans la recommandation GT9R5F1 de l'AFTES (publiée dans la revue TOS n° 130).

3.2.3 Membrane de protection supérieure

La membrane de protection **FLAGON PZ SL**, associée à la géomembrane et à un géotextile de protection inférieure **GEOLAND MC** de 700 g/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 9).

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 **FLAGON BT 20**.

L'évaluation de la résistance à l'immersion à court terme suivant la norme NF P 84-509 n'a pas mis en évidence de perte gravitaire de la géomembrane **FLAGON BT 20**. Le résultat de l'essai est égal à 0.1 % qui est inférieur au 1 % du référentiel.

3.4 Sécurité – Hygiène

La société SOPREMA a fourni un procès-verbal d'essai sur le comportement au feu des géomembranes **FLAGON BT 20** et **FLAGON PZ SL**, vis-à-vis de la réaction au feu. Le matériau est de classe E selon la norme NF EN 13 501-1 (essai "Petite flamme" NF EN ISO 11 925-2 avec un temps d'exposition de 15 s). L'essai ayant été réalisé sur une durée de 60 s au lieu de 15 s, cela

correspond à un classement E+ tel que défini dans la Recommandation GT9R18F1 de l'AFTES (publiées dans la revue TES n° 219). Cette Recommandation précise également les précautions à prendre contre l'incendie pendant la pose de tel produit.

Outre les dispositions préconisées par le demandeur dans le paragraphe 1.5, 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 référentiel des spécifications des produits pour les géomembranes PVC-P (Référentiel AT CETU version n°3 du 14/12/2016).

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 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 coactivité 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.

Pour les dalles supérieures des tranchées couvertes avec limites d'emprises et pour les radiers de structures intégrées, sous pression hydrostatique, il est nécessaire de mettre en œuvre des dispositions constructives au droit de la jonction dalle / soutènement ou radier / paroi moulée pour éviter à l'eau de contourner le procédé (cf CMO).

3.5.2 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 tableaux 7 à 10) 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) n'appellent pas d'observations de la part de la Commission.

3.5.3 Mise en œuvre

La société SOPREMA n'applique pas elle-même son produit. L'applicateur devra disposer, sur le chantier, du Cahier des Charges de mise en œuvre préparé par SOPREMA et fournir un PAQ de chantier à son client.

Le Maître d'Œuvre devra vérifier que la mise en œuvre est assurée par des soudeurs disposant d'une certification (ASQUAL ou équivalent) en cours de validité.

La translucidité de la géomembrane, en facilitant les contrôles interne et externe définis dans le PAQ, 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 ou par email à civilrock@soprema.fr.

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 le contrôle et la réparation par injection en cas de désordres ultérieurs.

3.6 Retours d'expérience

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

Néanmoins, 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