

AVIS TECHNIQUE CETU

ETANCHEMENT DES OUVRAGES SOUTERRAINS

AT n° 22-03 R

Validité du : 06 / 03 / 2024
au : 05 / 03 / 2029

NOM DU PROCÉDE : TERANAP 431 TP Control

-

ENTREPRISE : BMI Group

Le procédé **TERANAP 431 TP Control** appartient à la famille des **géomembranes bitumineuses** (GMB-B). Il est constitué par une géomembrane en bitume élastomère d'épaisseur 4 mm et de largeur soit 4 m, soit 2 m.

Les géomembranes TERANAP 431 TP Control sont mises en œuvre en tranchée couvertes sans limite d'emprise (TSLE), et déroulées en indépendance. Les lés sont soudés entre eux à la flamme. Ces soudures sont contrôlées grâce au système « Control » intégré aux géomembranes.

Sur les voiles, les géomembranes TERANAP 431 TP CONTROL sont fixés mécaniquement tous les 3 mètres.

Sous radier, le compartimentage est réalisé à l'aide du profilé TERASTOP. En dalle de couverture et sur voiles verticaux, le compartimentage est réalisé avec la membrane bitumineuse COMPARTIBANDE.

Le présent document annule et remplace le précédent AT CETU n°18-02R à compter du 06/03/24.

<i>Historique :</i>	
<i>AT CETU n°12-001 (demande initiale)</i>	<i>Validité du 20/03/12 au 19/03/2017</i>
<i>AT CETU n°18-02R (1^{er} renouvellement)</i>	<i>Validité du 01/07/18 au 30/06/23</i>

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 Protections de la géomembrane d'étanchéité	6
1.4 Dispositions prises par l'entreprise pour assurer la qualité de fabrication.....	8
1.5 Mise en œuvre.....	8
1.5.1 Conditions particulières de transport, de stockage.....	8
1.5.2 Conditions d'ambiance	8
1.5.3 Principe de mise en œuvre.....	8
1.6 Prise en compte des exigences essentielles.....	9
1.7 Références	10
CHAPITRE 2 - ESSAIS DE CARACTERISATION.....	11
2.1 Caractéristiques d'identification des géomembranes	11
2.2 Essais pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage	11
CHAPITRE 3 - AVIS DE LA COMMISSION	14
3.1 Exigences générales du système.....	14
3.1.1 Epaisseur	14
3.1.2 Etanchéité à l'eau	14
3.1.3 Caractéristiques en traction à la rupture	14
3.1.4 Caractéristiques en poinçonnement statique	14
3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre.....	14
3.2.2 Résistance au cisaillement des joints	15
3.2.3 Souplesse à basse température	15
3.2.4 Adhérence des bandes de compartimentage au support béton	15
3.3 Exigences liées à la durabilité.....	15
3.4 Sécurité - Hygiène	16
3.5 Conclusions	16
3.5.1 Appréciation sur le domaine d'emploi	16
3.5.2 Contrôle de la conformité de fabrication – Système Qualité.....	16
3.5.3 Mise en œuvre.....	16
3.5.4 Aptitude à la réparation.....	17
3.6 Autres retours d'expérience	17

CHAPITRE 1 - IDENTIFICATION DU PROCÉDE

1.1 Renseignements commerciaux

Le procédé **TERANAP 431 TP Control** est commercialisé sur le territoire français par :

<p style="text-align: center;">BMI Group France RCS Paris B 899 338 826 Network 1 40 avenue Aristide Briand, 92220 Bagneux - France</p> <p style="text-align: center;">Téléphone : +33 1 40 84 67 00 https://www.bmigroup.com/fr/</p>

Les géomembranes **TERANAP 431 TP Control** de largeurs 2 m et 4 m sont fabriquées dans l'usine de Mondoubleau (41).

Propriété industrielle et commerciale :

TERANAP, **COMPARTIBANDE**, **TERASTOP**, **GEOFELT** et **FONDA** sont des marques déposées par BMI Group qui a l'entière propriété des produits.

1.2 Définition, constitution et composition du procédé

Le procédé d'étanchéité **TERANAP 431 TP Control** fait partie de la famille des procédés d'étanchéité par **géomembranes bitumineuses (GMB-B)**, tels que définis dans l'article 8.1 du Fascicule 67 (édition du 10 juillet 2014), titre III, du CCTG. Il comprend :

TABLEAU 1 - Composition du procédé **TERANAP 431 TP Control**

Produits entrants dans la composition du procédé	Évalués par le présent AT CETU	Non évalués par le présent AT CETU (*)
Une géomembrane d'étanchéité TERANAP 431 TP Control de largeur 4 m en bitume élastomère de 4 mm d'épaisseur, constituée d'un voile de verre et d'une armature en intissé polyester imprégnée à cœur et surfacée par un liant en bitume élastomère SBS. Un canal en fibre de verre est intégré à 10 cm du bord de la géomembrane. La face inférieure du produit présente une surface lisse revêtue d'un film polyester. La face supérieure est grésée. Le conditionnement standard est en rouleau de 4 m x 90 m (d'autres conditionnements en 4 m de large sont possibles). Elle est mise en œuvre en indépendance	X	
Et/ou une géomembrane d'étanchéité TERANAP 431 TP Control de largeur 2 m en bitume élastomère de 4 mm d'épaisseur, constituée d'une armature en intissé polyester imprégnée à cœur et surfacée par un liant en	X	

bitume élastomère SBS. Un canal en fibre de verre est intégré à 7.5 cm du bord de la géomembrane. La face inférieure du produit présente une surface lisse revêtue d'un film polyester. La face supérieure est grésée. Le conditionnement standard est en rouleau de 2 m x 20 m (d'autres conditionnements en 2 m de large sont possibles). Elle est mise en œuvre en indépendance.		
Des bandes de compartimentage COMPARTIBANDE de 200 mm de large en bitume élastomère armées pour : <ul style="list-style-type: none"> Le compartimentage des géomembranes bitumineuses TERANAP 431 TP Control. Le pontage des fixations mécaniques et des joints des lés de TERANAP 431 TP Control lorsque celui-ci est utilisé en sous-face de radier. 	X	
Des profilés de compartimentage TERASTOP en PE-EVA, polyéthylène souple, permettent de réaliser des ancrages, compartimentages et joints de dilatation. Ils sont compatibles avec le bitume élastomère SBS des membranes bitumineuses TERANAP 431 TP Control.		X
Des fixations du type clou à friction avec feuillard galvanisé 30 mm x 3 mm minimum, cloutées par pistolet de scellement.		X
Des membranes en bitume élastomère de type Feuille Préfabriquée Monocouche (FPM) PARAFOR PONTS pour le traitement des relevés et des points particuliers. La membrane PARAFOR PONTS est décrite dans l'Avis Technique CETU n° 20-03R, délivré en juillet 2022.		X
Un enduit d'imprégnation à froid SIPLAST PRIMER , à base de bitume fluidifié par des solvants légers (primaire d'adhérence des produits COMPARTIBANDE et PARAFOR PONTS).		X
Le système NEODYL , pour le traitement des joints actifs et de fractionnement. Le système NEODYL est décrit dans l'Avis Technique CSTB 5.2/17-2553-V1 délivré en avril 2017.		X
Un géotextile de protection inférieure et supérieure GEOFELT TP non-tissé calandré, non traité anti-UV, réalisé à base de fibres imputrescibles, liées entre elles par aiguilletage. 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 et 8).		X
Une nappe drainante embossée FONDA GTX en polypropylène surfacée d'un géotextile en polypropylène (dans le cas où un drainage s'avère nécessaire). La nappe drainante FONDA GTX est décrite dans l'Avis Technique CSTB 5/14-2417_V2 délivré en mars 2023.		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 bitumineuse TERANAP 431 TP Control.

TABLEAU 2 – Propriétés des armatures des géomembranes TERANAP 431 TP Control

Procédé d'étanchéité	Composition de l'armature	Masse surfacique de l'armature (valeur indicative)
TERANAP 431 TP Control 4 m	Non-tissé polyester	235 grammes
	Voile de verre	50 grammes
TERANAP 431 TP Control 2 m	Non-tissé polyester	250 grammes

TABLEAU 3 - Propriétés du liant bitumineux élastomère SBS en production

Caractéristiques	Unité	Norme	Valeur minimale	Valeur maximale
Température Bille – Anneau (TBA)	°C	NF EN 1427	114	135
Pénétrabilité à l'aiguille à 50 °C	1/10 mm	NF EN 1426	75	115

Par rapport à l'AT n°18-02R, le présent procédé **TERANAP 431 TP Control** intègre :

- En section courante, la même géomembrane TERANAP 431 TP,
- En bord de géomembrane, l'ajout du système « Control ». Ce système permet de détecter par gaz traceur d'éventuelles fuites au niveau de la soudure. Pour cela, un canal en fibre de verre est intégré dans la géomembrane, au milieu de la zone de soudure. Lorsque le recouvrement et la soudure sont réalisés, le canal se retrouve noyé dans la zone de fusion bitume des 2 géomembranes. En contrôle de la soudure, un gaz traceur est injecté à faible pression dans le canal. Ce gaz est ensuite détecté par un appareil portable qui localise l'endroit précis de la fuite.

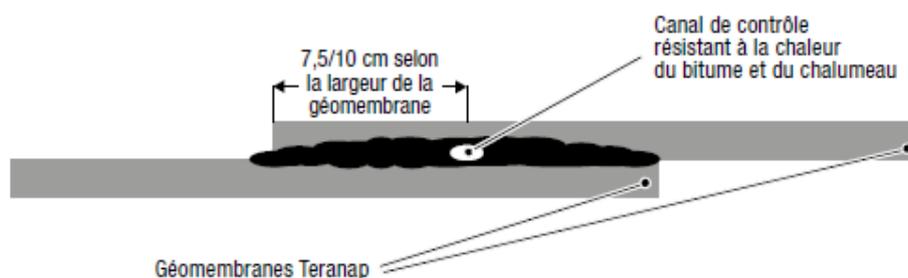


FIGURE 1 – Principe de fonctionnement du Système Control

A noter : L'adjonction du système « Control » ne change pas les performances globales du procédé, ni sa mise en œuvre (hormis la phase de contrôles des soudures).

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

Le procédé d'étanchéité **TERANAP 431 TP Control** est mis en œuvre en indépendance, à l'**extrados d'ouvrages** souterrains. Il peut être mis en œuvre en partie horizontale sous radier et en dalle supérieure, et en partie verticale sur les voiles.

1.3.1 Domaine d'emploi

Dans le cadre de cet avis technique, le procédé **TERANAP 431 TP Control** peut être utilisé pour la réalisation d'étanchéité des ouvrages souterrains tels que :

- Têtes de tunnels et des galeries ;
- Tranchées couvertes sans limite d'emprise (TSLE) : ouvrages de génie-civil et parkings souterrains (hors emprise bâtiments)
- Tranchée couverte avec limite d'emprise (TALE) : dalle supérieure uniquement.

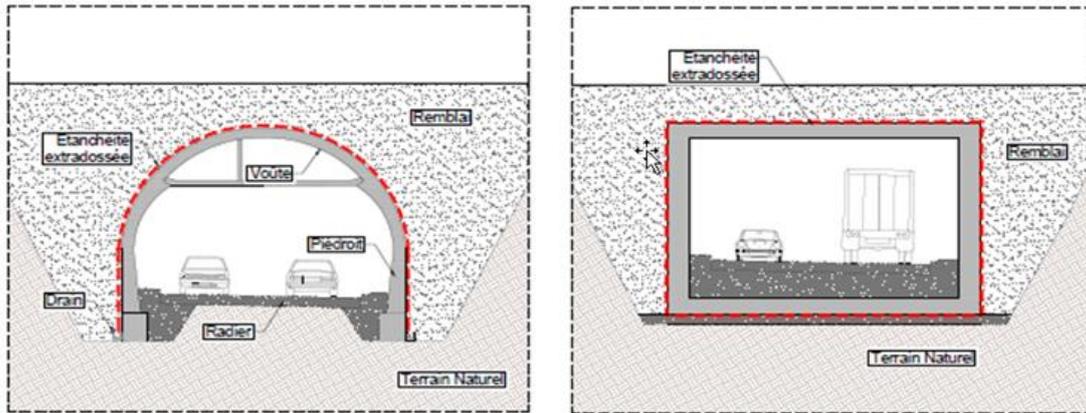


FIGURE 2 - Schémas de principe du domaine d'emploi (non exhaustifs)

La composition du procédé est résumée dans les tableaux ci-après :

TABLEAU 4 - Composition du procédé TERANAP 431 TP Control

Éléments du procédé	TSLE				TALE
	Radier	Piédroits d'ouvrage voute	Voile d'ouvrage cadre	Dalle supérieure	Dalle supérieure
Géotextile de protection inférieure	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Géomembrane TERANAP 431 TP Control (étanchéité)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Géotextile de protection supérieure	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Fixation mécanique	Non	Non	Tous les 3 m de hauteur	Non	Non
Profilé de compartimentage TERASTOP	Oui	Non	Non	Non	Non
Bande de compartimentage COMPARTIBANDE	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
Nappe drainante (si nécessaire)	Non	Oui	Oui	Oui	Oui

1.3.2 Supports acceptés

Le support doit faire l'objet d'une préparation conformément au fascicule 67 titre III et à la Recommandation GT9R19F1.

TABLEAU 5 – Spécifications relatives au support

SUPPORT BETON				
Béton coulé / Béton préfabriqué				Désaffleurement entre éléments béton
Délai de séchage du béton	Planéité P(n) Selon FD P18-503	Niveau de bullage E(n,m,p) Selon FD P18-503	Rugosité (PMT) Selon NF EN 13036-1	
> 2 jours 15 jours pour les bandes de compartimentage	P(1) P(2) pour les bandes de compartimentage et pour les relevés en feuille préfabriquée	Sans objet		Non admis

1.3.3 Protections de la géomembrane d'étanchéité

La composition du procédé d'étanchéité TERANAP 431 TP Control varie en fonction de l'ouvrage réalisé. La géomembrane d'étanchéité pourra ainsi être accompagné :

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

1.3.3.1 Caractéristiques physico-mécaniques minimales des géotextiles de protection

Les caractéristiques du géotextile de protection inférieure et supérieure 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 les tableaux suivants.

TABLEAU 6 – Caractéristiques des géotextiles de protection 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/m) NF EN ISO 10319 (Sens Transversal et Production)	12	16	20

1.3.3.2 Cas des ouvrages de type tranchées couvertes avec étanchéité revêtue de béton

TABLEAU 7 – Type de protection par nature de support

TYPE DE PROTECTION	TYPE ET NATURE DU SUPPORT
	Radier
	Béton de propreté
Protection inférieure	Géotextile 700 g/m ²
Protection supérieure	Géotextile 700 g/m ²
	Classe minimale de résistance au poinçonnement dynamique du complexe : 2
Protection complémentaire	6 cm de béton (Ou dispositif équivalent)

1.3.3.3 Cas des ouvrages de type tranchées couvertes avec étanchéité remblayée

TABLEAU 8 – Type de protection par nature de remblais

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

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

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

La société BMI Group est certifiée ISO 9001 par Bureau Véritas pour l'ensemble de ses sites. Les rouleaux portent sur l'emballage la date de fabrication, le numéro de rouleau, les caractéristiques du produit (épaisseur, largeur, longueur), le marquage CE (attestation de conformité système 2 +) et la certification ASQUAL.

1.5 Mise en œuvre

La Société BMI Group dispose d'un cahier des charges de pose – Version n°5 du 08/18. Les principales prescriptions suivantes y sont extraites. Ce document est complété par le Guide technique de la gamme TERANAP (en date du 02/22) qui intègre la procédure du Système « Control » (en page 34/40).

1.5.1 Conditions particulières de transport, de stockage

Les rouleaux de TERANAP 431 TP Control doivent être stockés couchés, parallèles et non superposés, dans leur emballage d'origine, sur une aire dégagée plane et de portance suffisante. Dans le cas où le support de l'aire de stockage est susceptible de poinçonner la géomembrane, un géotextile de protection adapté sera intercalé entre les rouleaux de TERANAP 431 TP Control et le support.

1.5.2 Conditions d'ambiance

L'application sous la pluie est interdite. Les températures normales d'application sont comprises entre 0 °C et +30 °C.

1.5.3 Principe de mise en œuvre

1.5.3.1 Partie courante

Les géomembranes TERANAP 431 TP Control sont mis en œuvre transversalement à l'axe de l'ouvrage et face grésée au contact de l'ouvrage (soit face filmée vers l'extérieur). Les recouvrements des lés sont de 20 cm et leur soudure (par chauffage du bitume) est réalisée au chalumeau propane.

Le contrôle des soudures est réalisé par l'intermédiaire du système « Control » décrit au paragraphe 1.2.

La soudure est pontée par la bande de pontage COMPARTIBANDE 200 mm lorsque l'étanchéité est utilisée en sous-face de radier.

Sur les voiles, une fixation mécanique est mise en place tous les 3 m de hauteur à raison de 4 fixations au mètre linéaire. Cette fixation mécanique sera pontée par une bande de pontage COMPARTIBANDE 200 mm. Cette disposition ne s'applique pas pour les ouvrages voûtes.

1.5.3.2 Traitement des joints de dilatation actifs du support

Le traitement des joints de dilatation s'effectue par mise en œuvre du cordon NEODYL (Ø 2 cm) dans la réservation puis par le soudage d'une bande de bitume élastomère COMPARTIBANDE 200 mm de part et d'autre du joint après application d'un enduit d'imprégnation à froid (SIPLAST PRIMER). La protection mécanique du joint est réalisée au moyen d'une tôle galvanisée de 1.5 mm

d'épaisseur qui est fixée mécaniquement sur un des côtés du joint. La géomembrane TERANAP 431 TP Control est ensuite déroulée en indépendance au-dessus du joint.

Pour les joints soumis à des dilatations importantes, la membrane NEODYL sera employée comme bande de pontage tel que décrit dans le cahier des charges de pose. Cette technique peut être également utilisée pour le traitement des joints actifs sur les voiles.

1.5.3.3 Compartimentage et dispositif d'injection

Les dispositifs de compartimentage permettent de localiser les fuites accidentelles de la géomembrane et de rétablir l'étanchéité de la zone par injection d'une résine aquaréactive entre la géomembrane et la structure béton (radier, piédroits ou voiles, dalles supérieures ou voûtes).

En couverture et voiles verticaux le compartimentage est assuré par des bandes de COMPARTIBANDE soudées en plein sur le support béton, préalablement enduit de SIPLAST PRIMER à raison de 250 à 300 g/m².

Sous radier, le compartimentage est réalisé à l'aide de profilé TERASTOP directement soudé sur les géomembranes.

Les surfaces de compartimentage et l'emplacement des pipettes d'injection devront être conformes à la Recommandation GT9R5F1 de l'AFTES décrites dans le document « Tunnels et Ouvrages Souterrains – n°130 – juillet / août 1995 » (en cours de révision à la date de publication du présent AT).

Les surface des compartiments devront ainsi 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 ;

Au niveau des dalles supérieures d'ouvrages cadres, des pipettes classiques seront employées. Ces pipettes peuvent être reliées à une boîte de connexion dans le cas où les pipettes et les flexibles sont noyés dans la structure béton.

Au niveau des voiles et des voûtes, des pipettes seront placées à raison de 5 pipettes par compartiment. Le nombre de pipettes par compartiment horizontal doit être supérieur ou égal à 5.

1.5.3.4 Autres traitements de points singuliers

Le cahier des charges de pose Version n°5 du 08/18 définit la procédure de traitement des relevés et des raccordements aux extrémités (en tête de parois verticales et en pieds d'ouvrage).

1.6 Prise en compte des exigences essentielles

Le procédé TERANAP 431 TP Control satisfait pendant 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.

Le procédé TERANAP 431 TP Control dispose du marquage CE selon la norme harmonisée NF EN 13491 pour une utilisation en ouvrages souterrains. Il dispose également du marquage CE pour d'autres applications selon les normes NF EN 13361, NF EN 13362, NF EN 13492 et NF EN 13493 et NF EN 15382.

Le procédé TERANAP 431 TP Control 4m possède également la certification ASQUAL « Géomembrane ».

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

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

1.7 Références en France sur le domaine d'emploi visé

Depuis l'obtention de l'Avis Technique initial en 2012, environ 800 000 m² d'ouvrages souterrains ont reçu une étanchéité par les procédés TERANAP 431 TP puis TERANAP 431 TP Control, dont plus de 350 000 m² (100 000 m² pour le TERANAP 431 TP Control) pour la période 2018 – 2023 de l'Avis Technique n°18-02R.

CHAPITRE 2 - ESSAIS DE CARACTERISATION

2.1 Caractéristiques d'identification des géomembranes

TABLEAU 9 – Caractéristiques d'identification des géomembranes TERANAP TP 431 Control 4 m et 2 m

Caractéristiques d'identification (selon les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre 2.2)	TERANAP 431 TP Control 4 m			TERANAP 431 TP Control 2 m		
	VNAP *	Limites admissibles **	PV ***	VNAP *	Limites admissibles **	PV ***
Épaisseur (mm)	4,1	≥ 4	4,2	4	≥ 4	4,2
Masse surfacique (g/m ²)	4850	[4486 ; 5213]	4980	4800	[4440 ; 5160]	4940
Nature chimique du liant	Spectre IR (confidentiel) déposé au secrétariat de la Commission					
Caractéristiques en traction à la rupture (sens production) :						
- Résistance (kN/m)	29,3	≥ 21,9	26,0	29,3	≥ 21,9	22,28
- Déformation à la force maximum (%)	52,5	Minimum : 42	59,8	52,5	Minimum : 42	52,9
Caractéristiques en traction à la rupture (sens transversal) :						
- Résistance (kN/m)	25,6	≥ 19,2	21,74	25,6	≥ 19,2	20,31
- Déformation à la force maximum (%)	56,2	≥ 45	65,7	56,2	≥ 45	53,7

* VNAP : Valeur Nominale Annoncée par le Producteur

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

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

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

Pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage du procédé TERANAP 431 TP Control, la société BMI Group 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 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 bitumineuse (version n°15 du 14/12/2016).

TABLEAU 10 – Références des essais d'évaluation des géomembranes TERANAP 431 TP Control 4 m et 2m

Caractéristiques	Méthodes d'essais	Références et laboratoire d'essai
1. Exigences générales :		
1.1. Type : géomembrane bitumineuse élastomère		-
1.2. Epaisseur moyenne (mm)	NF EN 1849-1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
1.3. Etanchéité à l'eau de la géomembrane	NF EN 14150	Rapport SKZ du 16/09/2016
1.4. Caractéristiques en traction à la rupture	NF EN 12311- 1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
• Résistance (kN/m)		
• Déformation à la force maximum (%)		
1.5. Caractéristiques en poinçonnement statique	NF P 84-507	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 27/11/2023
• Résistance (kN)		
• Déplacement (mm)		
2. Exigences relatives à la mise en œuvre :		
2.1. Aspect	NF EN 1850-1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
2.2 Largeur (m)	NF EN 1848-1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
2.3. Résistance au cisaillement des joints (kN/m) → Cf. Tableau 11	NF P 84-502-1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
2.4. Souplesse à basse température	NF EN 1109	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
3. Exigences liées à la durabilité :		
3.1. Résistance à l'oxydation	NF EN 14575	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
3.2. Résistance à la pénétration des racines	XP CEN TS 14416	Test report du 10/01/2011
3.3. Résistance aux micro-organismes	NF EN 12225	PV du MNHN N° 1977 CR du LRPC de Lyon N° 140 du 05/12/2011
4. Sécurité – Hygiène :		
4.1. Réaction au feu (classe selon la NF EN 13501)	NF EN ISO 1925-2	Rapport du Laboratoire LNE n°P227832 du 19/07/23
5. Caractéristiques d'identification (Écarts admissibles sur VNAP) – Contrôles :		
5.1. Épaisseur	NF EN 1849-1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
5.2. Masse surfacique	NF EN 1849-1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024

Caractéristiques	Méthodes d'essais	Références et laboratoire d'essai
5.3. Nature chimique du liant	Spectre IR	Confidentiel (transmis au secrétariat de la commission)
5.4. Résistance à la rupture en traction	NF EN 12311-1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
5.5 Déformation à la force maximum en traction (%)	NF EN 12311-1	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024

TABLEAU 11 – Références des essais d'évaluation des joints

Caractéristiques	Méthode d'essai	Type de joint	Références
Résistance au cisaillement de la soudure (kN/m)	NF P 84-502-1	TERANAP 431 TP Control 2 m / TERANAP 431 TP Control 2 m	Rapport du Laboratoire Régional de Blois 23-NC-0306 du 21/03/2024
		TERANAP 431 TP Control 4 m / TERANAP 431 TP Control 4 m	
		TERANAP 431 TP Control 4 m / TERANAP 431 TP Control 2 m	
		TERANAP 431 TP Control 4 m / COMPARTIBANDE	
		TERANAP 431 TP Control 2 m / COMPARTIBANDE	
		TERANAP 431 TP Control 4 m / TERASTOP	
		TERANAP 431 TP Control 2 m / TERASTOP	
Essai d'adhérence des bandes de compartimentage au support	NF P98-282	COMPARTIBANDE	

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 12/04/2024

(signature + logo)

BMI Group France SAS
 Siège social :
 Network 1
 40 avenue Aristide Briand
 92220 Bagneux
 RCS Nanterre 899 338 826
 N° TVA : FR96 899 338 826

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 Maîtres d'Œuvre, des Laboratoires, du CETU et de la Profession. Ils représentent les organismes et les syndicats suivants : AFAG, AFPGA, AFTES, ANEPE, APRODEG, APSEL, CEREMA, CSFE, CETU, EDF, OFFICE DES ASPHALTES, RATP, SFEC, SIAAP, SNCF, SN FORES, SNMI, SYNTEC et SYSTRA.

3.1 Exigences générales du système

Documents de références : Fascicule 67 titre III du CCTG, recommandations du GT9 de l'AFTES, guide pour l'instruction d'une demande d'avis technique, référentiel pour procédé d'étanchéité par géomembrane bitumineuse (version n°15 du 14/12/2016), dossier technique à l'appui de la demande d'avis.

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

3.1.1 Epaisseur

Les épaisseurs moyennes sont conformes aux spécifications du référentiel : Épaisseur ≥ 4 mm.

3.1.2 Etanchéité à l'eau de la géomembrane

Elle est conforme aux spécifications du référentiel : 1.10^{-5} m³/m²/jour sous une pression hydraulique différentielle de 0,1 MPa.

3.1.3 Caractéristiques en traction à la rupture

La résistance est conforme aux spécifications du référentiel : ≥ 16 kN/m.

La déformation à la force maximum est conforme aux spécifications du référentiel : ≥ 30 %.

3.1.4 Caractéristiques en poinçonnement statique

- La résistance est conforme aux spécifications du référentiel : $\geq 0,4$ kN.
- Le déplacement est conforme aux spécifications du référentiel : ≥ 10 mm.

3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre

3.2.1.1 Appréciation à l'adaptation du support

Sous réserve que la surface du support ait un aspect régulier de parement ordinaire et présente une planéité de niveau P(1) suivant la FD P18-503, la géomembrane TERANAP 431 TP Control est apte à être appliquée à l'extrados de tranchées couvertes.

Les zones recevant des bandes de compartimentage ou des relevés du type feuilles préfabriqués nécessitent avant soudage une préparation particulière du support : un dépoussiérage soigné, l'élimination de toutes traces de laitance, de matériaux de faible cohésion et une planéité de niveau P(2) suivant la norme FD P18-503.

3.2.2 Résistance au cisaillement des joints

A été vérifiée la résistance au cisaillement des soudures entre géomembranes, entre bande de compartimentage (COMPARTIBANDE) et géomembranes et entre profilés de compartimentage (TERASTOP) et géomembranes.

La résistance au cisaillement des différents joints est conforme aux spécifications du référentiel.

TABLEAU 12 - Résultats des essais d'évaluation des joints

Type de joint	Spécifications référentiel	Résistance au cisaillement de la soudure
TERANAP 431 TP 2 m / TERANAP 431 TP 2 m	≥ 16 kN/m	Conforme
TERANAP 431 TP 4 m / TERANAP 431 TP 4 m	≥ 16 kN/m	Conforme
TERANAP 431 TP 4 m / TERANAP 431 TP 2 m	≥ 16 kN/m	Conforme
TERANAP 431 TP 4 m / COMPARTIBANDE	≥ 16 kN/m	Conforme
TERANAP 431 TP 2 m / COMPARTIBANDE	≥ 16 kN/m	Conforme
TERANAP 431 TP 4 m / TERASTOP	≥ 16 kN/m	Conforme
TERANAP 431 TP 2 m / TERASTOP	≥ 16 kN/m	Conforme

3.2.3 Souplesse à basse température

La souplesse à basse température est conforme aux spécifications du référentiel : Pas de fissure à - 20°C.

3.2.4 Adhérence des bandes de compartimentage au support béton

L'adhérence au support des bandes de compartimentage COMPARTIBANDE est conforme au référentiel : ≥ 0,4 MPa à 20°C

3.3 Exigences liées à la durabilité

La résistance à l'oxydation est conforme aux spécifications du référentiel : Résistance en traction ≥ 16 kN/m, déformation à la force max ≥ 30 %.

La résistance à la pénétration des racines est conforme aux spécifications du référentiel.

La résistance aux micro-organismes est conforme aux spécifications du référentiel.

3.4 Sécurité - Hygiène

BMI Group a fourni un procès-verbal d'essai sur le comportement au feu du TERANAP 431 TP Control vis-à-vis de la réaction au feu, le matériau est de classe E selon la norme NF EN 13 501 (essai "Petite flamme" NF EN 11 925-2 avec un temps d'exposition de 15 s).

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

3.5 Conclusions

L'ensemble des essais d'évaluation indique que le procédé répond aux spécifications fixées par le Fascicule. 67 titre III du CCTG et la liste des essais cités dans le tableau des spécifications des matériaux pour le procédé d'étanchéité par géomembrane bitumineuse (version n°15 du 14/12/2016).

3.5.1 Appréciation sur le domaine d'emploi

Sous réserve d'une préparation du support conforme aux spécifications du fascicule 67 titre III du CCTG, le procédé TERANAP 431 TP Control est apte à être appliqué à l'extrados des ouvrages appartenant au domaine d'emploi rappelé au paragraphe 1.3.

3.5.2 Contrôle de la conformité de fabrication – Système Qualité

Il est rappelé que l'Avis Technique CETU 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 type.

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. Indépendamment du système qualité mis en œuvre par le fabricant, il appartient donc au Maître d'œuvre de faire procéder aux vérifications de conformité du produit approvisionné par rapport à celui identifié dans les chapitres 1 & 2. Ainsi les contrôles de conformité des produits sur chantier seront effectués conformément aux prescriptions du fascicule 67, titre III du CCTG les paragraphes 1.2 et 2.1 du présent document.

Le paragraphe 2.1 donne les caractéristiques d'identification 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. § 1.8 certification ISO 9001), et le comportement en service du procédé n'appellent pas d'observations de la part de la Commission.

3.5.3 Mise en œuvre

La société BMI Group n'applique pas elle-même son produit. L'applicateur devra disposer **du chantier, du Cahier des Charges** de Pose – Édition 05 de 07/18 préparé par BMI Group et fournir un PAQ de chantier à son client.

Par ailleurs, BMI Group dispose d'un service technique spécialisé dans le domaine du génie-civil pour conseiller et apporter une assistance.

3.5.4 Aptitude à la réparation

Avant recouvrement

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.

Après recouvrement

Le compartimentage et le dispositif d'injection prévus dans ce procédé facilitent le contrôle et la réparation par injection en cas de désordres ultérieurs.

3.6 Autres retours d'expérience

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

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

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

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

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

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

Pour tous renseignements sur le présent AT, contacter :

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