



**ASSOCIATION FRANÇAISE
DES TRAVAUX ET DE
L'ESPACE SOUTERRAIN**

AVIS D'EXPERTS AFTES

**Procédés d'étanchéité ou
dispositifs de drainage innovants
en ouvrages souterrains**

Avis n° 19 – 02R

**Validité du :
21/06/2019 au 20/06/2024**

GEOCOMPOSITE D'ETANCHEITE EXTRADOS, ADHERENT POST-APPLIQUE

**NOM DU PROCEDE : BITUTHENE
Gammes 4000-4000S-8000-8000S-8000HC**

**ENTREPRISE : GCP Produits de
Construction**

Auparavant connu sous le nom de la Société GRACE.

I. Présentation du procédé BITUTHENE

Le 4 janvier 2017 la GCP Applied Technologies, ZA Les Foulletons 39140 LARNAUD, a sollicité auprès du Groupe de Travail n°9 de l'AFTES une demande de renouvellement d'un « Avis d'Experts procédés ou produits d'étanchéité innovants ».

Cette demande porte sur le BITUTHENE gammes 4000-4000S-8000-8000S-8000HC, procédés d'étanchéité appliqués en extradados et adhérents au béton support.

Cet Avis d'Expert est complémentaire de l'Avis d'Expert PREPRUFE.

1.1. Domaines d'application revendiqués par GCP Applied Technologies

Les domaines d'application revendiqués par GCP concernent l'extrados des tranchées couvertes (sans pression d'eau) pour :

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

1.2. Description des geocomposites d'étanchéité BITUTHENE

Les geocomposites d'étanchéité adhérents post-appliqués BITUTHENE sont constitués :

- de bitume modifié par élastomère SBS auto-adhésif à froid et d'une feuille en polyéthylène de haute densité, stratifié croisé pour les membranes BITUTHENE série 4000.
- de bitume modifié par élastomère SBS auto-adhésif à froid et d'une feuille polyester/polyéthylène laminé pour les membranes BITUTHENE série 8000.

Le composé bitume-adhésif est recouvert d'un papier siliconé à peler.

Les membranes ne nécessitent pas de soudure à chaud, elles sont auto-adhésives sur un côté.

Elle s'adapte aux légères déformations ou fissurations des supports.

Le choix des produits de la gamme est fondé sur les paramètres liés aux conditions de mise en œuvre et d'utilisation :

	Bituthene 4000 S	Bituthene 4000	Bituthene 8000 S	Bituthene 8000	Bituthene 8000 HC
Température d'utilisation	+ 5 °C à + 40 °C	- 5 °C à + 25 °C	+ 5 °C à + 40 °C	- 5 °C à + 25 °C	+25 °C à +45°C
Durée d'exposition aux UV	2 mois	2 mois	4 mois	4 mois	4 mois

La membrane BITUTHENE reçoit une protection supérieure avant remblai comme défini au paragraphe protection.



1.3. Caractéristiques techniques

La fabrication des membranes BITUTHENE 8000HC est réalisée dans l'usine de GCP CONSTRUCTION PRODUCTS-LIMITED-Emirates Chemicals LLC-Jebel Ali, Free Zone-PO Box 5006-Dubai-United Arab Emirates.

La fabrication des membranes BITUTHENE 4000, 4000S, 8000 et 8000S est réalisée dans l'usine de GCP Applied Technologies Inc 350 Magnolia Drive Mt. Pleasant, TN 38474 United States of America.

Le système qualifié est conforme aux prescriptions de la norme ISO 9001 : 2008.

Le tableau ci-contre montre les caractéristiques de chaque membrane :

	Unité	Bituthene 4000 S	Bituthene 4000	Bituthene 8000 S	Bituthene 8000	Bituthene 8000 HC
Masse surfacique	g/m ²	1 490 +/- 90	1 490 +/- 90	1490 +/- 90	1490 +/- 90	1670 +/- 90
Longueur	m	20,15 +/- 0,15	20,15 +/- 0,15	20,15 +/- 0,15	20,15 +/- 0,15	20,15 +/- 0,15
Largeur	m	1,00 +/- 0,010	1,00 +/- 0,010	1,00 +/- 0,010	1,00 +/- 0,010	1,00 +/- 0,010
Épaisseur	mm	1,52 +/- 0,08	1,52 +/- 0,08	1,52 +/- 0,08	1,52 +/- 0,08	1,52 +/- 0,08

Le tableau ci-dessous présente les résultats des procès-verbaux des essais de laboratoires indépendants :

	MÉTHODE D'ESSAI		Bituthene 4000 S	Bituthene 4000	Bituthene 8000 S	Bituthene 8000	Bituthene 8000 HC
Résistance à la pression d'eau (texte Avis technique)	EN 1928	60 kPa	Passé	Passé	Passé	Passé	Passé
	ASTM 5385	Étanchéité après fissuration du support de 3,2 mm	7 bars	7 bars	7 bars	7 bars	7 bars
Résistance à la fissuration et à la pression d'eau	EN 14224 & ASTM 5385 modifiées Fissuration instantanée du support +10 000 cycles ouverture/fermeture de fissure de 0,75 à 3,25 mm + 70 m de pression d'eau		Passé	Passé	Passé	Passé	Passé
Résistance à l'impact	EN 12691	Plaque aluminium	Passé 150 mm	Passé 150 mm	Passé 150 mm	Passé 150 mm	Passé 150 mm

Résistance au poinçonnement statique	EN 12730	Méthode B	Passe charge 20 kg	Passe charge 20 kg	Passe charge 20 kg	Passe charge 20 kg	Passe charge 20 kg
Propriété d'élongation	EN 12311-2	Méthode N/50mm	>Long. 200 >Transv. 240	>Long. 200 >Transv. 240	>Long. 180 >Transv. 180	>Long. 180 >Transv. 180	>Long. 180 >Transv. 180
		Méthode B % à force maximale	>Long. 270 >Transv. 220	>Long. 150 >Transv. 40	>Long. 5 >Transv. 5	>Long. 5 >Transv. 5	>Long. 20 >Transv. 3
Résistance à la déchirure au clou	EN 12310-1	N	> 120	> 120	> 100	>100	> 100
Résistance aux racines (pour mémoire)	CEN/TS 14416	-	Passe	Passe	Passe	Passe	Passe
Réaction au feu	EN 13501-1	-	E	E	E	E	E

1.4. Contrôles Qualité

Les membranes BITUTHENE sont sous marquage CE selon la norme EN 13967, leur classement est de type T feuille de cuvelage.

Conformément à l'annexe ZA de la norme EN 13967, son marquage CE est selon le système d'attestation de conformité 2+. L'organisme de contrôle externe agréé pour le contrôle de production en usine est : British Standards Institute –identification N° 0086- Maylands Avenue, Hemel Hempstead, Hertfordshire, United Kingdom HP2 4SQ.

Matières premières

Caractéristique	Fréquence
Film : épaisseur – retrait – propriétés d'élongation	Certificat fournisseur pour chaque livraison
Bitume de base (viscosité – point éclair – étirement dynamique)	Certificat fournisseur pour chaque livraison

Sur le composé

Caractéristique	Fréquence
% des composés	Chaque fabrication
Point de ramollissement	1 fois par semaine
Dispersion des copolymères SBS	Chaque fabrication

Produits finis

Caractéristique	Méthode d'essai	fréquence
Épaisseur	Interne	1 fois par heure
Longueur du rouleau	Interne	1 fois par lot
Largeur du rouleau	Interne	1 fois par lot
Rectitude	Interne	1 fois par lot
Masse surfacique	Interne	1 fois par lot
Étanchéité à l'eau	EN 1928	1 fois/an
Résistance à la déchirure au clou	EN 12310-1	1 fois /an
Résistance au cisaillement au niveau des joints	EN 12317-2	1 fois /an
Résistance au choc	EN 12691	1 fois /an
Résistance en traction	EN 12311-2	1 fois / an
Résistance au poinçonnement	EN 12730	1 fois /an
Durabilité	EN 1296 / EN 1847	1 fois /2 ans
Réaction au feu	EN 13501-1	1 fois /3 ans

1.5. Identification et conditionnement

Les rouleaux sont de 20 mètres de long et 1 mètre de large sur un mandrin en carton, face adhésive protégée par le papier siliconé. Leur poids est de 36kg pour l'ensemble et, 39kg pour le 8000HC. Le rouleau est mis en carton individuel, fermé par agrafage.

Sur chaque carton est porté le nom de la société, le nom du produit, le numéro de lot et le numéro d'ordre du rouleau dans le lot, les instructions de mise en œuvre et les indications relatives au marquage CE.

Sur le film synthétique des rouleaux sont marqués le nom de la société, la marque BITUTHENE, le marquage CE, des bandes repères à 5cm de chaque bord (zone de recouvrement) et à l'axe de la membrane (50cm des bords).

Les rouleaux doivent être stockés debout et à l'abri de l'humidité.

1.6. Procédure de mise en œuvre

Ces prescriptions sont extraites du cahier des Clauses Techniques Prepufe-Bituthene de Septembre 2017.

PREPARATION DU SUPPORT :

L'application du primaire et de la membrane est faite hors pluie et sur un support non ruisselant.

Les primaires PRIMER S2 et W2 permettent d'appliquer les membranes BITUTHENE sur les bétons à 7 jours de cure.

La membrane BITUTHENE est appliquée le même jour que le primaire, quel que soit la version du primaire et de la membrane.

Les surfaces en béton recevant les membranes Bituthene doivent présenter les caractéristiques suivantes :

- La teneur en eau maximale du support recevant la membrane est de 4,5 %. Le contrôle sur chantier sera effectué à l'aide d'un contrôleur d'humidité TRAMEX.
- Planéité de surface : 8 mm sous la règle de 2 m et 3 mm sous la règle de 20 cm,
- Texture selon FD P 18-503 : E(2-2-3),
- Profondeur Moyen de Texture selon EN 13036-1 : $\leq 1,5$ mm,
- Surface exempte d'accidents de surface tel que balèvres, aspérités, nids de graviers, susceptibles de nuire au revêtement ; sans parties friables, laitance, huiles, graisses et autres composants pouvant nuire à l'adhérence.

Il faudra procéder par tout moyen approprié à la suppression des balèvres et des parties non cohésives, ragréage ou dressage nécessaire pour colmater les aspérités (trous, nids de graviers, ...). La cohésion du support après préparation des surfaces doit être au minimum de 1.5 MPa. Dans les angles rentrants, il faut réaliser soit un solin en mortier (40x40 mm), soit un traitement de BITUTHENE LM. Pour les angles sortants, ils doivent être conçus avec un angle abattu (20x20 mm) ou adoucis par meulage.

Les surfaces doivent être nettoyées.

MISE EN OEUVRE :

La mise en œuvre en partie courante, ainsi que le traitement des points singuliers sont à réaliser conformément au cahier des clauses techniques de décembre 2016.

L'application du primaire est obligatoire, elle est faite sur toutes les surfaces bétons destinées à recevoir le revêtement en respectant son rendement (m²/L) et sa température minimale de mise en œuvre.

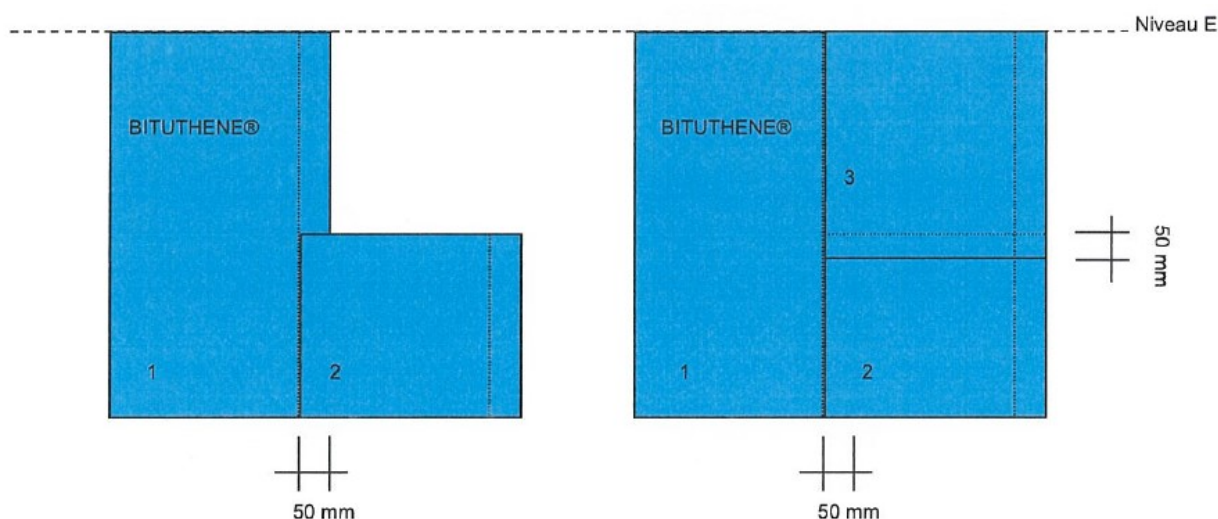
En période de fortes chaleurs, les rouleaux doivent être mis à l'ombre avant leur mise en œuvre.

La pose de la membrane se fait toujours face adhésive vers le support.

Sur le film synthétique des rouleaux, des bandes repères à 50 mm de chaque bord sont marqués pour indiquer la zone de recouvrement longitudinal entre lés et faciliter le contrôle de recouvrement.

- Pose verticale (piédroits, voiles, voûtes):
 - Le lé est positionné sur le support.
 - Une amorce de collage est à faire en partie haute, puis il faut enlever le papier siliconé au fur et à mesure de l'application de la membrane du support.
 - La membrane doit être marouflée du centre vers l'extérieur du lé, pour permettre sa complète adhérence et chasser l'air.
 - Les joints sont faits par recouvrement des lés adjacents avec un recouvrement minimum de 50mm en lisières et en abouts.

La membrane est fixée en tête à raison de 4 **fixations** par mètre tous les 3 mètres d'hauteur et au niveau de l'arrêt de l'étanchéité en partie haute. Le recouvrement de 50 mm en dessous des fixations est nécessaire.



- Pose horizontale (en dalle de couverture) :
 - Pour une pose horizontale, le lé est découpé à la longueur désirée et étalé à l'emplacement prévu.

- Une amorce de collage est à faire. Ensuite, le lé doit être roulé vers cette amorce en le tendant. Puis, le lé peut être déroulé en tirant sur le papier siliconé. La membrane est marouflée pour permettre sa complète adhérence et chasser l'air.
- Les joints sont faits par recouvrement des lés adjacents avec un recouvrement minimum de 50 mm en lisières et en abouts. Tout recouvrement est à maroufler soigneusement (roulette ou rouleau dur).

PROTECTION supérieure et complémentaire :

La protection supérieure de la membrane sera mise en place par l'applicateur aussitôt après la pose de cette dernière, même si le remblai intervient ultérieurement.

Type de disposition :	Système de protections à mettre en œuvre :
Dalle de couverture pour des remblais inférieurs à 0,5 m	<u>Protection supérieure :</u> SERVIPAK 3 ou Géotextile d'une masse surfacique de minimum 700g/m ² . <u>Protection complémentaire :</u> Chape béton grillagée de 6 cm + Grillage avertisseur
Dalle de couverture pour des remblais compris entre 0,5 et 2 m	<u>Protection supérieure :</u> SERVIPAK 3 ou Géotextile d'une masse surfacique de minimum 700g/m ² <u>Protection complémentaire :</u> Lit de sable de 20 cm d'épaisseur + grillage avertisseur. En cas de végétation au-dessus de l'ouvrage, une chape béton* grillagée de 6 cm remplacera le lit de sable.
Ouvrage voûté pour des remblais compris entre 0,5 et 2 m	<u>Protection supérieure :</u> SERVIPAK 3 ou Géotextile d'une masse surfacique de minimum 700g/m ² . <u>Protection complémentaire :</u> Géotextile de 1500 g/ m ² d'épaisseur + grillage avertisseur. En cas de végétation au-dessus de l'ouvrage, une chape béton* grillagée de 6 cm remplacera le géotextile 1500 g/m ² . Pour réaliser cette chape, le nivellement de la voûte sera réalisé par apport d'un remblai peu agressif roulé avec un Dmax de 50mm
Dalle de couverture pour des remblais supérieurs à 2 m	<u>Protection supérieure :</u> SERVIPAK 6 ou 2 Géotextiles d'une masse surfacique de minimum 700g/m ² <u>Protection complémentaire :</u> Grillage avertisseur

* : En alternative à la chape béton, une barrière anti racine peut être utilisée.

Les caractéristiques physico mécaniques du géotextile devront être conformes au tableau n°4 des recommandations de l'AFTES relatives au « dimensionnement des écrans de protection des dispositifs d'étanchéité par géomembrane » publiées dans la revue Tunnels et Ouvrages Souterrains n°183.

SYSTEME DE DRAINAGE ASSOCIE A L'ETANCHEITE :

Le drainage peut être réalisé de manière traditionnelle (tranchée drainante) ou à l'aide d'un geocomposite de drainage.

Lorsque la fonction drainante est assurée par un remblai drainant, on lui associe les protections décrites ci-dessus.

REMBLAIEMENT :

Les protections ne dispensent pas de remblayer avec soin pour éviter d'endommager l'étanchéité. La nature des matériaux des remblais et sa mise en œuvre sont conformes au chapitre 5 du DTU 12.

On doit veiller plus particulièrement :

- À respecter les dispositions du §5.1.2 Matériaux pour remblais, §5.1.3 Mise en place des remblais, et §5.1.3.2 Remblais ne devant pas présenter de tassement appréciable,
- De ne pas projeter les remblais sur l'étanchéité,
- D'effectuer les remblais par passes successives avec un compactage entre couches pour éviter les tassements ultérieurs ; si les Documents Particuliers du Marché autorisent une épaisseur de couche avant compactage de plus de 20cm, en tout état de cause celle-ci ne doit pas dépasser 50cm,
- Les plâtras et les gravois hétérogènes (ferrailles, matières organiques) sont interdits.

CONTROLE DE L'APPLICATION SUR CHANTIER

La méthode de contrôle relève de la procédure d'autocontrôle décrite dans le cahier des clauses techniques et réalisée par l'applicateur.

Le contrôle de la mise en œuvre s'effectue avant la mise en œuvre de la protection.

Les contrôles sont les suivants :

- Il faut s'assurer que les recouvrements entre lés sont de 50 mm minimum et adhérents par un contrôle à la pointe sèche.
- La membrane doit être examinée visuellement et s'il y a un dommage, procéder à la réparation.
- La conformité des traitements des points singuliers doit être contrôlée avec le cahier des clauses techniques.

REPARATION :

Les parties endommagées sont réparées en appliquant une bande de BITUTHENE formant rustine. Le recouvrement sur la partie saine sera de 100mm de part et d'autre de la partie endommagée.

II. Examen du dossier technique et liste de références

Cet examen s'est notamment appuyé sur la vérification d'une liste de références d'ouvrages souterrains de l'ordre de 10 000 m², étanchés avec le procédé BITUTHENE depuis 2011 qui a été remise à jour pour ce renouvellement, du cahier des Clauses Techniques Prepufe-Bituthene de décembre 2016 et des documents suivants :

Documents	Date
Rapport d'essais internes Bituthene 4000S : déchirures au clou, résistance des joints, poinçonnement statique, propriétés en traction, transmission de la vapeur d'eau	9/12/2016
Rapport d'essais internes Bituthene 4000 : déchirures au clou, résistance des joints, poinçonnement statique, propriétés en traction, transmission de la vapeur d'eau	24/10/2016
Rapport d'essais internes Bituthene 8000 : déchirures au clou, résistance des joints, poinçonnement statique, propriétés en traction, transmission de la vapeur d'eau	24/10/2016
Rapport d'essais internes Bituthene 8000 S : déchirures au clou, résistance des joints, poinçonnement statique, propriétés en traction, transmission de la vapeur d'eau	11/11/2017
Rapport d'essais internes Bituthene 8000 HC : déchirures au clou, résistance des joints, poinçonnement statique, propriétés en traction, transmission de la vapeur d'eau	28/06/2017
Rapport d'essai MPA Braunschweig 1201/197/16 B Bituthene 4000S - 4000-8000 : Résistance à la pression d'eau, poinçonnement dynamique, Résistance au vieillissement, résistance chimique, compatibilité avec le bitume	17/10/2016
Rapport d'essai MPA Braunschweig 1201/197/16 C Bituthene 8000 HC Résistance au vieillissement	4/01/2017
Rapport d'essai MPA Braunschweig 1201/197/16 D Bituthene 4000S - 4000-8000- 8000 S Résistance au vieillissement	4/01/2017

2. Avis du GT n° 9 de l'AFTES

Le 21 juin 2019, le Groupe de Travail n°9 de l'association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFTES) a émis un avis favorable à l'utilisation du procédé d'étanchéité de tranchées couvertes BITUTHENE, gamme 4000, 4000 S, 8000, 8000 S et 8000 HC

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

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

Le cahier de pose de décembre 2016 des procédés d'étanchéité BITUTHENE devra être suivi scrupuleusement. Une attention particulière devra être faite sur la réception des supports, conformément aux spécifications du présent avis.

Retour d'expérience :

Si, au cours de l'exploitation de l'ouvrage, l'efficacité du procédé n'est pas jugée satisfaisant, le Maître d'Ouvrage est invité à le signaler au secrétariat de la commission.

**NOTA : conditions de validité d'un Avis d'Experts AFTES. Cet avis d'experts est valable pour une durée de 5 ans. A l'issue de cette période un renouvellement de cet avis doit être demandé à l'AFTES. Après l'adoption d'un référentiel technique, spécifique à la famille de procédé d'étanchéité concernée, par la commission AVIS TECHNIQUE CETU pour les procédés d'étanchéité mis en œuvre dans les ouvrages souterrains, il ne sera plus possible de renouveler cet avis d'experts. Informations - CETU : téléphone : 04.72.14.34.00.
Informations - CETU : téléphone : 04.72.14.34.00.**